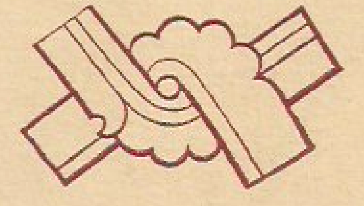
FILOSOFIA CONTEMPORANEA

L. SUSAN STEBBING

INTRODUCCIÓN MODERNA A LA LÓGICA



CENTRO DE ESTUDIOS FILOSÓFICOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INTRODUCCIÓN MODERNA A LA LÓGICA

L. SUSAN STEBBING

INTRODUCCIÓN MODERNA A LA LÓGICA

Traducción de
ROBERT S. HARTMAN
y
JOSÉ LUIS GONZÁLEZ

CENTRO DE ESTUDIOS FILOSÓFICOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
1965

A Modern Introduction to Logic
(Methuen & Co. Ltd. Londres, 1930; reimpresión
de la séptima edición, 1958)

*

Primera edición en español: 1965

*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

"Una ciencia que vacila en olvidar a sus fundadores está perdida. A esta vacilación atribuyo la infecundidad de la lógica."

—ALFRED NORTH WHITEHEAD

A Vivian S. Shepherd

PREFACIO A LA SEGUNDA EDICIÓN

La presente edición ha sido cuidadosamente revisada; se le han añadido cuatro apéndices y algunas nuevas páginas. Varios capítulos y secciones han sido totalmente reescritos. Hubiera sido deseable reescribir aún más, pero ello ha sido imposible pór diversas razones. Cada vez que me ha parecido justa una crítica publicada, he tratado de hacer las revisiones necesarias para satisfacerla. Aún sigo convencida de la validez de la línea de acceso a la lógica adoptada en este libro.

Algunos de mis críticos parecen haber tenido dificultades para comprender qué significado doy a las palabras lógica tradicional. *En el Prefacio original traté de hacerlo claro. Había supuesto yo que no habría desacuerdo con Mr. Joseph en cuanto a que "existe un cuerpo de lo que podría llamarse doctrina tradicional en la lógica", cuyo origen se encuentra en Aristóteles. Junto con Mr. Joseph, distingo esta lógica tradicional de las doctrinas lógicas del propio Aristóteles. Los seguidores de éste no superaron su obra; sólo la elaboraron. Los avances en la lógica se han producido mediante el reconocimiento de que toda la lógica aristotélica cae dentro de una lógica simbólica más general. Sobre este punto, no tengo nada que añadir a lo ya escrito en la primera edición del libro.*

El capítulo xix original versaba sobre "El método en las ciencias históricas". Ahora lo he sustituido con un capítulo sobre "El contraste entre las ciencias experimentales y las históricas", en el que he intentado mostrar más plenamente cómo el progreso de las ciencias físicas implica una abstracción cada vez mayor. Sólo la última sección de este capítulo tiene algo en común con el original. Por lo tanto, nada se dice en esta edición acerca de la metodología de las ciencias sociales. He llegado a la conclusión de que, en tratándose de esta materia, no es posible decir en forma breve nada que sea útil.

El capítulo ix, aunque su título ha sido ligeramente alterado, abarca el mismo campo que el capítulo original. El orden del tratamiento, sin embargo, es bastante diferente. Confío en que el cambio constituya una mejora. Por lo que toca a la revisión de este capítulo, tengo contraída con el profesor G. E. Moore una profunda deuda de gratitud. Él tuvo a bien enviarme, amablemente, una minuciosa crítica en la

que no sólo señalaba un buen número de errores crasos, sino que también me indicaba la mejor manera de enmendarlos. No puedo sentirme segura de no haber incurrido en otros errores, pero sí sé que este capítulo es mucho mejor de lo que era antes. Abrigo la esperanza de que la articulación de este capítulo con las secciones reescritas de los capítulos iv y v representa una mejora. He introducido y definido la frase "expresiones lógicamente impropias" (capítulo v, § 5) a fin de recalcar el peligro de confiar en la similitud lingüística como una guía para la forma lógica. Este peligro se le señala primeramente al estudiante en el examen de las proposiciones existenciales (capítulo iv, § 6), cuyo erróneo análisis tradicional condujo a la concepción equivocada del universo del lenguaje y, en consecuencia, a la concepción de diferentes modos de existir. El carácter de referencia indirecta de nuestras expresiones lingüísticas ordinarias ha sido explicado más ampliamente en el Apéndice A. Tanto en este Apéndice como en los capítulos iii y ix he procurado hacer más clara la distinción entre referencia *y* denotación. *En el Apéndice B se ofrece un breve examen de la teoría de Russell sobre las construcciones lógicas.*

La explicación, en el último capítulo, del desarrollo de la lógica como la ciencia de la forma pura, ha sido ampliada mediante la adición de unas cuantas páginas; en tanto que el Apéndice C contiene un examen adicional del sistema de los Principia mathematica. *He procurado enmendar mi error original al dejar de mencionar la importante obra de C. S. Peirce.*

La Sección segunda no ha sufrido gran alteración, pero la página 267 ha sido reescrita y se ha añadido un apéndice sobre cosa y causa.

La "Nota a los estudiantes", mencionada en el Prefacio original, ha sido suprimida. Actualmente considero que basta con sugerir, a aquellos que carecen de un conocimiento previo de la materia, que pasen del capítulo vii a la Sección Segunda.

Deseo expresar mi agradecimiento a quienes han hecho críticas positivas y han señalado errores de imprenta. Entre ellos, quiero especialmente dar mis gracias al profesor S. Alexander. Me fue imposible hacer uso de las numerosas sugestiones que me hizo llegar el profesor Porteous; las recibí demasiado tarde, ya que la labor de revisión más importante terminó en octubre de 1931. Mi deuda principal la tengo contraída con el profesor Moore, a quien debo más de lo que podría decir.

L. SUSAN STEBBING

D. LIT., M. A.

Mayo de 1933

PREFACIO A LA PRIMERA EDICIÓN

La ciencia de la lógica no permanece inmóvil. Mr. Bradley, al escribir en 1883 el Prefacio a la primera edición de su Lógica, *decía: "La lógica no se encuentra donde estaba, y no puede quedarse donde está." La afirmación es aplicable al desarrollo de la lógica en nuestros días. Es cierto que los desarrollos recientes de la lógica no han tendido en una dirección que Bradley hubiera aprobado, pero no cabe la menor duda de que "la lógica no se encuentra donde estaba". Durante los últimos cincuenta años se han logrado mayores avances que durante todo el periodo anterior desde la época de Aristóteles. Pero los textos introductorios que actualmente se utilizan en las universidades británicas no muestran trazas de estos avances; en lo fundamental, siguen los lineamientos tradicionales, difiriendo principalmente en la precisión con que siguen al propio Aristóteles y en lo que se refiere a la exclusión o inclusión de cierta cantidad de discusión metafísica.*

Los libros de lógica pueden considerarse como pertenecientes a cuatro grupos principales, que pueden distinguirse según que su enfoque sea tradicional, metafísico, pragmático o matemático. El enfoque está determinado por la concepción de la naturaleza y el alcance de la lógica. Los textos ingleses mayormente utilizados pertenecen al primer grupo. La lógica tradicional se basa en las doctrinas de Aristóteles, de los escolásticos y de la Lógica *de* Port Royal. *Aristóteles fundó la ciencia de la lógica cuando comprendió la importancia de la forma de una proposición y llegó a reconocer así que toda deducción es formal. Este logro constituye ciertamente una buena razón para reclamar la fama. Pero el "padre de la lógica" ha sido venerado al estilo de un progenitor victoriano; su autoridad ha sido aceptada sin discusión aun en los casos en que se ha considerado que sus doctrinas son erróneas. Así, por ejemplo, Leibniz se vio impedido de crear la lógica simbólica debido a que le era imposible admitir que Aristóteles pudiera estar errado. Esta veneración de la autoridad del maestro es contraria al espíritu del propio Aristóteles. Éste con toda seguridad se habría sorprendido si hubiese previsto el fracaso de sus discípulos en la tarea de desarrollar la ciencia que él fundó. Nada en toda la historia de la especulación humana es más asombroso, o en cierto modo más deprimente, que la satisfacción de los lógicos tradicionales con la restricción de las formas de las*

proposiciones al esquema cuádruple. Esta restricción se debió a que Aristóteles no llevó su análisis lo suficientemente lejos. De esta falla se derivó también la doctrina tradicional de que toda proposición adscribe un predicado a un sujeto. El respeto a Aristóteles hizo que los lógicos tradicionales fueran ciegos a estos defectos, y les impidió criticar los supuestos insatisfactorios sobre los cuales descansa la doctrina lógica aristotélica.

La frase "lógicos tradicionales" se emplea aquí para describir a aquellos autores de textos de lógica que no han intentado ir más allá de las doctrinas de Aristóteles, contentándose con la elaboración de detalles técnicos. Éstos incluyen —para adoptar una frase de Lewis Carroll— a "los autores y editores de textos de lógica que siguen los caminos trillados".[1] *Es común a estos lógicos la aceptación de la doctrina del sujeto-predicado, del esquema tradicional de proposiciones y de la restricción de la deducción a la forma silogística. La "lógica formal" tradicional se basa en estas concepciones. Los "lógicos inductivos", de los que John Stuart Mill es el representante más destacado, no han hecho intento alguno por remediar las deficiencias de la lógica formal tradicional.*

Los lógicos metafísicos se sintieron insatisfechos con la lógica tradicional sólo en la medida en que ésta era "formal". Protestaron contra la "separación" de la "lógica" respecto de la "realidad"; hicieron de la doctrina del juicio la doctrina central y se ocuparon de la relación de la mente cognoscente con lo que ésta conoce. Sus principales representantes en la Gran Bretaña son Bradley y Bosanquet. A este último se debe la concepción de la lógica como "la morfología del conocimiento". Para Bradley, el intento de desarrollar una ciencia formal parecía descansar sobre una "pura ilusión". Los puntos de vista de estos autores no tienen nada en común con la concepción de la lógica que sirve de base al presente libro. Ni Bradley ni Bosanquet ni ningún miembro de esta escuela de lógicos idealistas ha logrado aclarar nunca qué significa el principio de identidad en la diferencia, sobre el cual se basa la lógica metafísica de los idealistas. La lógica de éstos termina en "el naufragio", como señaló uno de ellos, el señor Joachim, en su importante libro La naturaleza de la verdad.

El descontento tanto con los lógicos tradicionales como con los metafísicos inspiró la rebelión de los pragmatistas. Éstos trataron de "humanizar" la lógica, de relacionar el razonamiento con otras actividades humanas, basando así la lógica en la psicología. Al igual que los lógicos metafísicos, se han manifestado contrarios al estudio de la "lógica formal", y al mismo tiempo han protestado vigorosamente contra la teoría idealista de la verdad. Algunos de los

[1] Symbolic Logic, *p. 163. Whately, Bain y Fowler pueden citarse como ejemplos típicos de tales autores en el siglo XIX. Puede afirmarse sin riesgo que todos los libros de texto elementales de lógica que actualmente se usan en la Gran Bretaña caen bajo la descripción de la lógica tradicional.*

pragmatistas, señaladamente Alfred Sidgwick, han hecho valiosas aportaciones al "arte de pensar", pero no han propiciado el avance de la lógica.

El cuarto enfoque está determinado por la concepción de la lógica como esencialmente formal, lo cual da como resultado la identidad de la lógica pura y las matemáticas abstractas. Ésta es la concepción que sirve de base al presente libro. El estudio de la lógica ha recibido un nuevo ímpetu gracias al trabajo de los lógicos simbólicos o matemáticos. La expresión "lógica simbólica" requiere una explicación.[2] *El empleo de símbolos para la expresión de principios lógicos es una conveniencia occidental; su utilización es, sin duda, psicológicamente indispensable, pero no lógicamente necesaria. La importancia de un simbolismo especial consiste en que hace posible la revelación de la forma. La lógica simbólica es formal. Se reconoce actualmente que el ideal de la lógica es exhibir la forma. El análisis riguroso de "pruebas" matemáticas ha mostrado que tales "pruebas" son* demostrativas *sólo cuando son completamente formales. De aquí que las matemáticas sean la ciencia de la forma pura. De ello se desprende que el logro del ideal de la lógica la hace indistinguible de las matemáticas puras. Podría suponerse que la ciencia de la lógica, así concebida, no tiene nada en común con la concepción aristotélica de la lógica. Pero eso sería un error. Existen razones considerables para suponer que, al reconocer que el ideal de la lógica es la exhibición de la forma, los lógicos matemáticos están continuando la obra que el propio Aristóteles inició. En el capítulo xxv se hace un intento de indicar la naturaleza de este desarrollo, y a lo largo del libro se subraya la continuidad de algunas de las doctrinas de Aristóteles con las de los lógicos matemáticos.*

La continuidad del desarrollo es, por sí, una justificación suficiente para la inclusión de un capítulo acerca del silogismo tradicional. Pero existe otra razón para que el estudiante elemental sea iniciado en la lógica a través del silogismo. No puede haber duda de que el silogismo es una forma muy frecuentemente ejemplificada en nuestro razonamiento ordinario; más aún, es psicológicamente la forma más

[2] Existen considerables divergencias en la terminología que utilizan los lógicos modernos. "Lógica simbólica" se emplea frecuentemente como un sinónimo de "lógica matemática"; a veces se prefiere el término "logística". El empleo del nombre de "logística" para denotar lo que usualmente se llama "lógica simbólica" fue sugerido en el Congreso Internacional de Filosofía que se celebró en París en 1904, y ha sido generalmente adoptado por los lógicos del Continente Europeo, pero los autores ingleses y norteamericanos prefieren usualmente el nombre de "lógica simbólica". No es deseable usar esos nombres como sinónimos exactos, sino reducir la "lógica simbólica" al estudio de tipos especiales de sistemas deductivos, usando "lógica matemática" como un sinónimo de la "ciencia de la forma pura". La expresión "un álgebra de la lógica" será usada adecuadamente, entonces, para denotar un conjunto especial de postulados y conceptos primitivos tales como el sistema Schroeder.

simple, de suerte que los argumentos silogísticos ofrecen el medio más fácil de capacitar al estudiante para aprehender la forma como tal y para comprender que la validez del razonamiento depende de su forma. Pero debe admitirse que muchos de los desarrollos técnicos tradicionales del silogismo no son más que trivialidades elaboradas. Lo son, también, los tecnicismos de la doctrina tradicional de la inferencia inmediata. Hemos intentado reducir la consideración de estos tecnicismos al mínimo necesario para hacer posible que un estudiante apruebe los exámenes elementales de lógica. Es de esperarse que no pase mucho tiempo antes de que los examinadores universitarios dejen de exigir conocimientos sobre estas trampas técnicas y se propongan probar la comprensión, por parte del estudiante, de los principios lógicos. Pero ese momento todavía no ha llegado. Es indudablemente necesario posponerlo hasta que haya suficientes libros de texto escritos desde un punto de vista más moderno. Es difícil romper el círculo vicioso constituido por la dependencia de los examinadores respecto del libro de texto, y por la dependencia del libro de texto respecto de los requisitos de los exámenes universitarios. Aparte las condiciones de los exámenes, cierto conocimiento de las doctrinas lógicas de Aristóteles debe formar parte del equipo de un hombre culto. Estas doctrinas y la terminología en que están expresadas han penetrado tan profundamente en la estructura del pensamiento y el lenguaje occidentales, que es necesario comprenderlas para poder apreciar debidamente no sólo la filosofía occidental, sino también una buena porción de la gran literatura. Ciertamente, al estudiante que intente leer filosofía se le hará muy difícil comprender los grandes sistemas metafísicos si ignora completamente la lógica aristotélica. Pero lo que debe estudiar es la lógica aristotélica, *no las acrecencias debidas a los lógicos tradicionales.*

El plan de este libro exige cierta explicación. Su intención es la de proporcionar un texto adecuado a los estudiantes que se preparan para los primeros exámenes profesionales universitarios, así como para los exámenes del primer año de estudios posgraduados. Este doble propósito ha dado lugar a cierto número de repeticiones inevitables. Ello es lamentable pero necesario, dado el estado de transición en que se encuentra la enseñanza de la lógica. Una "Nota a los estudiantes", que sigue a este Prefacio, sugiere el orden en que deben leer los capítulos aquellas personas que carecen de conocimientos previos sobre la materia.

No ha sido mi intención adentrar mucho al estudiante en la lógica matemática, sino únicamente permitirle comprender que los principios de la lógica simbólica no son privativos de un tipo especial de estudio, sino principios ejemplificados en el pensamiento reflexivo cotidiano no menos que en las deducciones matemáticas. No me he propuesto escribir una introducción a la lógica simbólica; *mi propósito ha sido el de subrayar la conexión entre la lógica aristotélica y la lógica simbólica, y escribir así un texto que incluya la menor cantidad de*

información que el estudiante tenga que desaprender posteriormente, o por cuya enseñanza el lógico moderno considera necesario ofrecer excusas.

Al escribir el presente libro, estoy plenamente consciente de lo mucho que he aprendido del profesor A. N. Whitehead, del señor Bertrand Russell, del profesor G. E. Moore y del doctor C. D. Broad. Las numerosas referencias a sus obras en las notas al calce no indican suficientemente la medida del reconocimiento que les debo. Mucho es también lo que he aprendido del señor W. E. Johnson. A las discusiones personales con mi amiga la señorita E. M. Whetnall, debo más de lo que puedo decir. Ella ha leído casi todo el libro en manuscrito, y ha discutido conmigo, en forma detallada, la mayor parte de los capítulos. Como consecuencia de sus críticas valiosísimas, se han evitado cuando menos algunos serios errores. Grande es también mi deuda con mis amigas la señora Roberts (Susan Miles) y la señorita Helen M. Smith, quienes han leído algunos capítulos y han hecho críticas valiosas. Por su ayuda en la corrección de las pruebas, estoy agradecida a varios amigos, y, por lo que toca a la compilación del índice analítico, a los alumnos de mi clase de lógica avanzada. Especial es mi gratitud para con el señor A. F. Dawn por su ayuda en la revisión final de las pruebas. A todos ellos y a algunos otros amigos que en diversas formas me han ayudado y estimulado en la redacción de este libro, deseo reiterar aquí mi profundo agradecimiento.

L. SUSAN STEBBING

Londres, julio de 1930

ABREVIATURAS

Anal. Priora.	Aristóteles: *Analytica Priora* (Oxford University Press).
Anal. Post.	Aristóteles: *Analytica Posteriora.*
F. L.	J. N. Keynes: *Formal Logic.*
Introd.	H. W. B. Joseph: *Introduction to Logic* (2ª ed.).
Int. Math. Phil.	B. A. W. Russell: *Introduction to Mathematical Philosophy.*
W. E. *J.*	W. E. Johnson: *Logic.*
Proc. Arist. Soc. N. S. . .	*Proceedings of the Aristotelian Society. New Series.*

SECCIÓN PRIMERA

I. EL PENSAMIENTO REFLEXIVO EN LA VIDA ORDINARIA

"Sólo conectad." —E. M. Forster

La lógica, en el más usual y amplio sentido del vocablo, tiene que ver con el pensamiento reflexivo. Todos empleamos constantemente las palabras "pensar" y "pensamiento". Mientras no se nos pide que las definamos, nos sentimos seguros de saber el significado de tales palabras. Pero no siempre utilizamos la palabra "pensar" en el mismo sentido. A veces contraponemos "pienso en" y "ahora veo". En este sentido, usamos la palabra "pensar" para denotar nuestra conciencia de algo que no se presenta directamente a los sentidos. Así, cualquier cosa que "pasa por nuestras cabezas" recibe el nombre de *pensamiento*. Por ejemplo, tendidos en la playa un día caluroso y soleado, en perezosa disposición de ánimo, podemos tener una sucesión de pensamientos, un conjunto de ideas más o menos inconexas que pasan por nuestra mente. Estos pensamientos pueden estar íntimamente ligados a nuestras impresiones sensoriales del momento — el calor de las piedras, el ruido de las olas, los gritos de las gaviotas. En tal disposición de ánimo, no conectamos un pensamiento con otro; estamos a la merced de cualquier impresión sensorial inesperada. Supongamos ahora que el perezoso bañista es despabilado por un griterío tan estrepitoso e insistente, que reconoce "de un golpe", como decimos, que *este* griterío tiene alguna significación peculiar para él. Interrumpido su ensueño, se incorpora de un salto y mira a su derredor. Supongamos que ahora ve el agua estrellándose contra las rompientes a sus pies. Al darse vuelta, descubre que la roca sobre la cual se halla está completamente aislada de la orilla frente a él. A sus espaldas, hay un acantilado cuya escarpada ladera no puede escalar. La marea pronto cubrirá del todo el lugar en que ha estado descansando. El hombre no sabe nadar. ¿Qué hacer? Supone que las personas que le han gritado desde el acantilado probablemente han comprendido su apurada situación; y se pregunta si podrán ayudarle. Vuelve a mirar hacia arriba y ve que alguien señala hacia la ladera del acantilado. ¿Quiere decir que hay en ella orificios donde afirmar el pie? Investiga con la mirada, pero no ve ninguno. Entonces observa, por encima de su cabeza, una estrecha saliente del acantilado. Si

pudiera alcanzarla, quizá quedaría fuera del alcance de la marea. ¿Será así en verdad? Vuelve a mirar, y ve que precisamente debajo de la saliente la roca muestra el oscuro color ocre que señala el límite de la marea alta. Esa saliente, pues, le ofrecerá seguridad si logra llegar hasta ella.

En la situación descrita tenemos una ilustración concreta del contraste entre el pensamiento irreflexivo y el reflexivo, tal como este último ocurre en la experiencia ordinaria. Al principio, el hombre no prestaba atención a sus impresiones sensoriales, ni ejercía dominio consciente sobre su pensamiento. Pero tan pronto cobró conciencia de que la situación era peligrosa, se sintió enfrentado a un problema que debía resolver. En consecuencia, se vio obligado a pensar *acerca de* la situación a fin de alterarla de acuerdo con sus necesidades prácticas. El hombre cobra conciencia del mar como una *amenaza;* no sólo *ve* el agua cerca de sus pies, sino que *la ve como una señal de peligro* porque la interpreta como significativa de que "la retirada a la orilla ha quedado cortada". De igual manera, no sólo oye los gritos de la gente; los *interpreta* como algo especialmente *significativo* para él. No sólo *ve* los diferentes matices del color ocre en la ladera del acantilado; los *interpreta* como señales del límite de la marea alta. Supongamos ahora que el hombre se pregunta si es probable que hoy la marea sobrepase su límite normal. Considera que la noche antes la luna estaba en cuarto creciente; por lo tanto, habrá marea baja; entonces, si logra alcanzar la saliente, estará fuera de peligro. En esta última etapa de su pensamiento reflexivo, el hombre obviamente está dependiendo de su conocimiento de hechos pertinentes a la situación. *Recuerda* que la luna estaba en cuarto creciente la noche anterior; *sabe* que la marea baja está relacionada con la luna en esa posición, infiere que la marea no subirá mucho ese día. En este proceso de pensamiento dirigido a un fin práctico, es improbable que el pensante emplee palabras conscientemente. Puede que tenga tan sólo una imagen visual de la apariencia que tenía la luna la noche antes, y que pase directamente a la reflexión "una marea baja", y de ahí a la conclusión "de modo que *esto* está bien". La apariencia recordada de la luna de ayer se interpreta así, directamente, como significativa de lo que él quería saber.

Supongamos que, una vez que el hombre se encuentra asido a la saliente, mira a su alrededor para distraer sus pensamientos. Alcanza a ver al otro lado de la caleta, a cierta altura en el costado de un promontorio rocoso que se proyecta hacia el mar, una ancha abertura hasta entonces inadvertida o considerada como una fisura natural en la roca. Ahora que la atención del hombre está dirigida hacia la abertura, ve que ésta no es la entrada de una cueva, pues puede advertir cierto número de ladrillos unidos entre sí. Considerado en sí mismo, no hay nada de sorprendente en un muro de ladrillos, pero en esta situación el descubrimiento sugiere el problema de cómo puede hallarse *allí* un muro de ladrillos. No puede tratarse de los restos de una

casa, puesto que se encuentra a una altura media en el costado de un acantilado escarpado a cuyo pie la marea nunca se retira. Se echa de ver que el promontorio está conectado con la tierra firme por un estrecho saliente de roca que supera los treinta metros de altura. El hombre sabe que en la cumbre del promontorio se hallan las ruinas de un castillo que se supone haber pertenecido al rey Arturo. Quizá el muro de ladrillos estuvo antes dentro de la roca, cuya superficie se ha desmoronado. Es una suposición razonable, pues se trata de un litoral tormentoso y al pie del promontorio se encuentran varias rocas que evidentemente han caído de lo alto. En tal caso, sin embargo, la cámara enladrillada no tenía salida a la luz. Tal vez se trata de una cámara secreta o de un calabozo. De ser así, es probable que exista alguna conexión con la tierra firme: quizá un pasaje subterráneo secreto. En este punto de su reflexión, el hombre debe por fuerza interrumpir sus interrogaciones. En su posición actual, no tiene medios de someter a prueba sus suposiciones. El día siguiente podrá determinar si su teoría sobre el muro de ladrillos es correcta o no. Al investigar el promontorio, descubre un socavón abandonado que, según sus cálculos, debe de hallarse en la posición correcta para conectar con la cámara. Descubre otro socavón similar al primero en el acantilado principal, cerca de la iglesia. Reflexiona que un pasaje que corra de un socavón al otro pasaría junto al muro de ladrillos y conectaría la cámara subterránea con la iglesia. En este punto, el hombre consideraría que ya se ha explicado la existencia del muro de ladrillos en el acantilado.

Sencillos como son estos dos ejemplos, bastan a mostrar cómo el pensamiento consiste esencialmente en resolver un problema. El primero era un problema práctico, a saber: cómo llegar a un lugar seguro. El segundo era un problema derivado de la percepción de algo inesperado en una situación familiar. En este caso la solución del problema se buscaba por la solución misma, a fin de responder a la pregunta "¿Por qué *así tal cosa*?", pregunta que se hace sólo cuando *la tal cosa* tiene rasgos que no se esperaría que ocurrieran en la situación dada. La ocurrencia de estos rasgos inesperados se considera explicada tan pronto como se les relaciona con una situación en la que su ocurrencia no sería inesperada. La explicación consiste en hallar vínculos intermediarios que conecten el muro de ladrillos con el acantilado. Se llega a la explicación como un proceso de pensamiento reflexivo en el que cada vínculo —*muro de ladrillos, socavón abandonado, castillo, iglesia*— se toma en cuenta, no por sí mismo, sino como señal de alguna otra cosa. Tal proceso de pensamiento reflexivo se conoce como *inferencia*. En este caso se dio un paso de algo sensorialmente presentado a algo no presentado sino inferido, que puede ser o no ser el caso. Para determinar si es o no es el caso, la inferencia debe someterse a prueba adicional. Tal prueba puede llevarse a cabo de dos maneras muy diferentes. La conclusión inferida puede admitir la inspección directa. En este caso, la prueba consistiría en la veri-

ficación de la conclusión mediante la observación directa de algo presentado a los sentidos. Es claro que no siempre es posible efectuar una prueba como, por ejemplo, la de nuestra ilustración, que tenía que ver con una interrogante acerca de un estado de cosas en el pasado. En tales casos, la conclusión se somete a prueba sobre la base de su poder para conectar varios objetos observables que, aparte las conexiones *supuestas*, permanecerían desconectados.

Hemos hablado de "observar algo directamente". Pero lo que observamos *directamente*, lo que vemos con nuestros ojos, por ejemplo, es una parte muy pequeña de lo que observamos cuando decimos que percibimos tal cosa. Así, por ejemplo, al mirar uno de esos dibujos con figuras ocultas en que una cabeza humana está sugerida por las líneas dibujadas para indicar las hojas de un árbol, *súbitamente* descubrimos la cabeza. Sabiendo lo que buscamos, prestamos atención sólo a algunas de las líneas dibujadas y las conectamos activamente con otras, acabando por sacar del conjunto de líneas a que damos atención la representación de una cabeza humana. No se puede trazar una línea rígida y precisa entre lo que realmente se ve y aquello que esto sugiere. Vemos lo que nos proponemos ver. En las situaciones de la vida cotidiana, nuestros sentidos son constantemente estimulados por una variedad de impresiones sensoriales, de las cuales hemos aprendido a prestar atención a algunas por considerarlas especialmente *significativas*, es decir, señales de alguna otra cosa en la que estamos interesados. Cuando una cosa significa otra cosa, hay entre ellas esa conexión que nos permite pasar, en el pensamiento, de la una a la otra. El sol que se pone entre las nubes podría ser advertido tan sólo por su forma y su color, y apreciado por su belleza. Pero también podemos aprehenderlo en cuanto significa *mañana va a llover*. Asimismo, agitar una bandera puede ser señal de alegría o de cierto estado de ánimo que se llama patriotismo.

El pensamiento, hemos visto, consiste esencialmente en resolver un problema. La habilidad de pensar depende de la capacidad de ver conexiones. El pensamiento reflexivo consiste en ponderar un conjunto dado de hechos a fin de deducir sus conexiones. "No pensé" significa frecuentemente "no pude conectar", es decir, "no reconocí que, dado *aquello*, debo tener *esto*". Hay varias clases de conexión, desde la simple yuxtaposición de *esto* y *aquello* hasta la conexión esencial de una X con una Y que deberá ser si X es.[1] La mera adición de un hecho a otro sería de poco valor para el pensamiento reflexivo. Es improbable que alguna vez tengamos *meras* adiciones, aun en los ociosos ensueños diurnos. En estos ensueños, una idea sigue a otra sin conexión aparente; se dice que ocurren "al azar". Empero, los psicólogos modernos dicen que existen "razones" para que esta idea siga a aquélla. Freud, por ejemplo, ha intentado *explicar* estas ocu-

[1] Compárese, por ejemplo, la conexión implicada en: "Un arcoiris y el canto de un cuclillo / quizá no vuelvan a juntarse jamás", con la conexión implicada en: "Todos los triángulos equiláteros son equiangulares".

rrencias, es decir, poner de manifiesto las condiciones dentro de las cuales la sucesión de ideas es consecuente, aun cuando la persona entregada al ensueño pueda no estar consciente de ninguna conexión. Sin embargo, cuando comparamos en vía de contraste el ensueño, tomado conforme ocurre, con el pensamiento dirigido, aun el de tipo sencillo como el de nuestros dos ejemplos, parece que nos movemos en un nivel diferente. El pensamiento dirigido es el pensamiento dirigido a la solución de un problema; se origina en una dificultad *sentida* y es controlado del todo por la aprehensión inicial de las condiciones del problema.

Sin cierto grado de dirección, no hay nada en nuestros procesos mentales que amerite el nombre de "pensamiento". La ensoñación, por tanto, deberá ser excluida, puesto que, en la medida en que es dirigida, es dirigida por factores que se hallan fuera del curso del ensueño mismo. En el sentido más amplio de la palabra "pensamiento", todo el mundo piensa. En el sentido más estricto, en que "pensar" significa "pensar lógicamente", algunas personas nunca piensan, y nadie está siempre pensando aun cuando parezca estarlo haciendo. Podría dudarse, por ejemplo, que la señora Nickleby pensara alguna vez. Considérese el siguiente pasaje:

> Pienso que debe haber algo en el lugar —dijo la señora Nickleby, que había estado escuchando en silencio—, pues, poco después de casarme, fui a Stratford con mi pobre y querido Nickleby en una diligencia desde Birmingham... Pero, ¿era una diligencia? —dijo la señora Nickleby, recordando—. Sí, debe de haber sido una diligencia, porque recuerdo haber comentado entonces que el cochero tenía un parche verde sobre su ojo izquierdo...; en una diligencia desde Birmingham, y después de haber visto la tumba y el lugar de nacimiento de Shakespeare, regresamos a la posada que hay allí, donde dormimos esa noche, y recuerdo que durante toda la noche no soñé sino con un caballero negro, en todo su tamaño, en yeso mate, con un cuello bajo atado con dos borlas recostado en un poste y pensando; y cuando me desperté por la mañana y se lo describí al señor Nickleby, éste dijo que era Shakespeare tal como había sido cuando vivía, lo cual era ciertamente muy curioso. Stratford... Stratford... —continuó la señora Nickleby, recordando—. Sí, estoy segura de eso, porque recuerdo que estaba embarazada con mi hijo Nicolás en ese entonces, y esa mañana me había asustado mucho el retrato de un muchacho italiano. En realidad, señora —añadió en un susurro la señora Nickleby a la señora Wititterly—, fue una suerte que mi hijo no resultara ser un Shakespeare, pues ¡qué terrible cosa hubiera sido!

Un examen de los procesos mentales de la señora Nickleby, tal como los revela este pasaje, no muestra ninguna señal de una dirección hacia un fin. Obviamente la señora Nickleby podía observar y era capaz de recordar lo que había observado. Pero sus recuerdos estaban a la merced de asociaciones al azar; existe una conexión, pero es la conexión de la contigüidad temporal. Lo que sucedió es recor-

dado y registrado *como* sucedió. No hay selección ni omisión bajo la influencia de un interés explícito pertinente. Lo que ella observa no significa nada más que eso mismo; de aquí que su poder sugestivo esté limitado a lo que sucedió a continuación, y luego a lo que sucedió después, y así sucesivamente. Aquí no hay pensamiento, pues no hay dirección hacia una conclusión. Es de presumir que la señora Nickleby se detendría por falta de aliento o de oyentes. No hay aquí sucesión de pensamientos que, habiéndose resuelto en una conclusión, llegue a un fin natural.

Compárese ahora, en vía de contraste, el informe de Boswell sobre una conversación con Samuel Johnson:

> El señor Langton nos dijo que estaba por fundar una escuela en su propiedad, pero que le había sido sugerido que ello podría propender a hacer a la gente menos laboriosa. JOHNSON: No, señor. Si bien el aprender a leer y escribir es una distinción, los pocos que la tienen puede que sean los menos inclinados a trabajar; pero cuando todo el mundo aprende a leer y escribir, la tal distinción deja de serlo. Un hombre que tiene un chaleco de encaje es un hombre demasiado fino para trabajar; pero si todo el mundo tuviera chalecos de encaje, habría gente trabajando con chalecos de encaje. No hay gente más laboriosa ni gente que trabaje más que nuestros manufactureros; sin embargo, todos ellos han aprendido a leer y escribir. Señor, no debéis dejar de hacer una cosa inmediatamente buena por temor a un mal remoto, por temor a que se abuse de ella. Un hombre que tiene velas podrá acostarse demasiado tarde, lo cual no haría si no tuviese velas; pero nadie negará que el arte de hacer velas, mediante el cual se nos continúa proporcionando luz después que el sol ya no la da, es un arte valioso y debe ser conservado. BOSWELL: Pero, señor, ¿no sería mejor seguir a la naturaleza, y acostarse y levantarse conforme la naturaleza nos da la luz y nos la quita? JOHNSON: No, señor; pues entonces no tendríamos igualdad alguna en la partición de nuestro tiempo entre el dormir y el estar despiertos. Sería muy diferente en las diferentes estaciones y en diferentes lugares. En algunas de las regiones del norte de Escocia, ¡qué poca luz hay en lo más crudo del invierno!

En esta conversación, cada afirmación está conectada pertinentemente con la que sigue, y el todo está dirigido por la sugestión inicial. Aunque Johnson pasa de la consideración de la conveniencia de educar al pueblo, a una reflexión acerca de la duración de una noche invernal en el norte de Escocia, no hay interrupción brusca. La transición se efectúa con el propósito de aducir ejemplos pertinentes. En cada ejemplo ocurre la selección de una característica que tiene que ver con la conclusión, en tanto que las que son impertinentes se ignoran. El pensamiento reflexivo es esencialmente selectivo, y de tal suerte entraña la abstracción. La característica que es abstraída de una situación total puede no ser en modo alguno obvia.

Considérese, por ejemplo, el siguiente pasaje:

Una cuerda sugiere otras cuerdas y sogas, si reparamos en la apariencia; pero si reparamos en el *uso*, puede sugerir un cable de acero, un puntal de madera, una trabe de hierro, una faja de cuero o un engranaje en bisel. Pese a la diversidad de apariencia, la sugestión establece aquello que señala a un fin común... Pasamos por alto la diferencia entre un caballo, una máquina de vapor y una cascada cuando nuestra mente está embebida en la circunstancia singular de la energía de movimiento. La diversidad entre el caballo, la máquina de vapor y la cascada indudablemente tuvo, durante largo tiempo, el efecto de retardar su primera identificación; y, para los intelectos obtusos, esta identificación podría haber sido para siempre imposible. Una fuerte concentración mental en la peculiaridad singular de la fuerza mecánica, y cierto grado de indiferencia al aspecto general de las cosas mismas, debieron concurrir junto con la energía intelectual de resurgimiento mediante lo similar, a fin de reunir en el parecer tres estructuras tan diferentes. Podemos ver, gracias a un ejemplo como éste, cómo pueden surgir, en la mente de un inventor mecánico, nuevas adaptaciones de la maquinaria existente. [2]

Este ejemplo suministra una buena ilustración del modo en que una característica no obvia puede ser abstraída por la persona pensante a fin de promover un interés pertinente. La similitud entre objetos que tienen muchas diferencias que serían importantes en *otras* conexiones, puede ser advertida porque es pertinente en *esta* conexión. De aquí la importancia de la abstracción. Sin abstracción no puede haber reconocimiento de similitud; sin reconocimiento de similitud no puede haber progreso en el conocimiento. Todo ser humano es capaz de cierto grado de abstracción en el pensamiento, es decir, de seleccionar imaginativamente alguna característica singular de una situación compleja a fin de que se le pueda prestar atención en forma aislada. En el caso antes mencionado del dibujo con figuras ocultas, se requiere un esfuerzo de abstracción. Mientras el observador vea la línea como parte constitutiva del follaje del árbol, será incapaz de verla como parte del rostro humano que está tratando de descubrir. De una manera estrictamente análoga a ésta, el científico genial selecciona, a partir de una masa de hechos, características que el hombre corriente ignora. En los asuntos prácticos de la vida cotidiana, normalmente atendemos sólo a los estímulos que son insistentes y notables. La familiaridad con una situación compleja nos permite, decimos, "aprehenderla de una ojeada". Pero esta rápida ojeada puede dejar de revelar algunos rasgos que son significativos en ciertas conexiones. Además, nuestras reacciones ante las situaciones se hacen rápidamente habituales y no son modificadas en respuesta a pequeñas variaciones en la situación misma. Indudablemente, la rapidez de la respuesta habitual es necesaria a fin de conservar la vida y llevar a cabo venturosamente sus asuntos ordinarios. Pero el buen éxito de la respuesta habitual contrarresta el impulso a cuestionar, y es, de tal suerte, ene-

[2] BAIN, *The Senses and the Intellect*, p. 521.

migo del desarrollo del pensamiento reflexivo. Una situación que parece perfectamente familiar deja de suscitar la interrogación; es aceptada en su valor aparente. Por consiguiente, no llega a convertirse en la ocasión de investigaciones ideadas para conducir a la adquisición de nuevos conocimientos. El uso familiar del lenguaje que nos permite referirnos, a veces mediante una sola palabra, a una situación compleja, puede impedirnos advertir aspectos inesperados que, no obstante, están presentes. Por ejemplo, si un médico que observa un conjunto de síntomas fuera a diagnosticar el mal que aqueja al paciente como *influenza,* y considerara entonces que el diagnóstico es completo, podría incurrir en un grave error. Podría ser necesario que el médico buscara otro síntoma no asociado comúnmente con el otro conjunto y que lo llevara a hacer un nuevo diagnóstico. Lo que parecía ser *influenza,* podría resultar ser fiebre tifoidea. Más adelante veremos cómo el progreso del conocimiento depende de la capacidad de observar lo insólito y de observar sus conexiones con lo que ya es familiar.

El pensamiento reflexivo es, pues, pensamiento pertinente. Lo que es pertinente en una situación dada, depende de sus conexiones. El descubrimiento de factores pertinentes presupone un gran acopio de conocimientos relativos a la situación, los cuales pueden no estar todos conscientemente presentes en el proceso de reflexión. En la vida ordinaria frecuentemente poseemos una cantidad considerable de conocimientos pertinentes a las situaciones dentro de las cuales tenemos que obrar. Damos por supuestas ciertas generalizaciones que pueden ser aplicadas directamente a un caso dado. Decimos: "Va a llover mañana, porque el sol se ha puesto entre nubes", "No uses ese vestido en la playa, porque se desteñirá". Si se nos preguntara: "¿Por qué se desteñirá?", nuestra respuesta podría ser: "¡Oh, ése es el matiz de azul que siempre se destiñe con el aire del mar!" Esta última afirmación es una generalización empírica, es decir, un aserto de que nuestra experiencia descubrió en el pasado que cierto conjunto de caracteres se hallaban conectados en un número indefinido de ocasiones, con la implicación de que seguirán estando así conectados. Si la respuesta, en cambio, fuera: "Porque ese color azul se debe a un tinte químicamente inestable que se decolora bajo la influencia del fuerte aire del mar", se iniciaría un análisis de los factores contenidos en la situación total *vestido azul y aire del mar* y, en consecuencia, la conexión de un factor pertinente con otro. Este proceso de análisis y síntesis subsecuente desempeña un papel importante en el proceso de descubrimiento de generalizaciones verdaderas relativas a lo que sucede en el mundo. Este proceso se conoce a veces como *inducción,* de la que nos ocuparemos más adelante. Por el momento, basta con observar que constantemente hacemos generalizaciones que van más allá de lo observado, las cuales procedemos a aplicar a casos particulares. Así, un cierto carácter m viene a ser reconocido como signo de otro carácter p; con lo cual concluimos que, como esta S tiene m, también tiene p.

Si no aconteciera que en la experiencia encontramos que los caracteres están constantemente conectados de tal modo que uno puede ser tomado como el signo de otro, el razonamiento sería imposible. Así, siempre que razonamos, reconocemos que cierto estado de cosas es como es porque es significado por algún otro estado de cosas. Este último se considera como el fundamento sobre el cual se basa nuestra creencia en el primero. Esta creencia es la conclusión del razonamiento. La conclusión es una conclusión *razonada* porque está basada en la evidencia; una cosa es tomada como signo de otra cosa. Puede cometerse un error en ambos respectos. Lo que *es* puede no ser lo que hemos entendido que era; o puede ser *eso*, y sin embargo puede no estar conectado en la forma que hemos supuesto. Empero, aun en tal caso la conclusión sería una conclusión *razonada*, aunque defectuosa.

Resumamos. Hemos distinguido entre el pensamiento reflexivo y el ensueño ocioso. Hemos distinguido, además, entre el pensamiento dirigido, único que merece el nombre de pensamiento, y el pensamiento reminiscente del tipo en que incurre la señora Nickleby. Hemos visto que el pensamiento reflexivo tiene su origen en un problema que debe ser resuelto, es controlado en todo respecto por las condiciones del problema y está dirigido a su solución. Por lo tanto, el pensamiento reflexivo tiene un fin natural, la conclusión de la reflexión. Las diversas etapas en este proceso están relacionadas con la conclusión en calidad de fundamentos sobre los cuales ésta se basa. Estos fundamentos pueden llamarse *premisas*. En relación con la conclusión, las premisas se dan por sentadas. Las premisas pueden obtenerse por medio de la observación directa o como el resultado de un proceso de razonamiento previo. En ambos casos, la aprehensión de las premisas depende de una considerable cantidad de conocimiento pertinente que no entra explícitamente en el pensamiento reflexivo. Las relaciones que pueden regir entre la premisa y la conclusión son diversas; es preciso distinguirlas. Todas ellas son, sin embargo, modos diversos de significar. Dondequiera que rija una relación como la de *significar*, hay una base para el razonamiento.

II. EL LENGUAJE

"Dios, habiendo creado al hombre como una criatura sociable, lo hizo no sólo con una inclinación y una necesidad de confraternizar con sus congéneres, sino que le suministró también el lenguaje que habría de ser el gran instrumento y el vínculo común de la sociedad." —JOHN LOCKE

§ 1. *El lenguaje y los signos*

UTILIZAMOS el lenguaje porque deseamos comunicar a los demás nuestros pensamientos, sentimientos y deseos. Cualquiera que haya sido el origen histórico del lenguaje hablado, es indudable que su razón de ser radica en el deseo del hombre de afectar a aquellos con quienes está en contacto. El lenguaje es un fenómeno social. Los hombres hablan para ser *escuchados*; desean ser escuchados a fin de poder expresarse ante los demás y así influir en ellos. Por lo tanto, los hombres usan el lenguaje a fin de ser *comprendidos*. Comprender algo es aprehenderlo en sus conexiones o como signo de otra cosa. En el capítulo anterior vimos que una cosa puede ser un signo de otra, por ejemplo, el sol que se pone entre nubes puede ser el signo de un lluvioso día siguiente. Es un *signo* sólo para el espectador que ha aprendido, por experiencia previa, a asociar una ocurrencia con la otra. No hay signo sin intérprete. En consecuencia, *significar* requiere (1) lo que es significado, (2) el signo significador, (3) el intérprete del signo como significador.

En la ilustración del capítulo I, el hombre varado en la roca interpretó los ademanes de las personas en el acantilado como significativos de *algo* conectado con su propia seguridad. Al investigar, nuestro hombre interpretó correctamente los signos como significativos de que "ese saliente será seguro". Éste es un ejemplo de un ademán demostrativo interpretado como significativo de algo visiblemente presentado. Pero lo que el homber *vio* y lo que el signo *significó* fue algo más de lo visualmente aprehendido. El hombre no vio tan sólo un saliente de la roca, sino un lugar fuera del alcance de la marea. Si hubiese sido completamente ignorante de los fenómenos de las mareas, no habría podido interpretar el signo como lo hizo. Todos los signos que somos capaces de interpretar ocurren en esta forma,

a saber, en un contexto de experiencia que es el único que puede conferir *significación* a estos signos. A lo largo del examen del método lógico veremos cómo la capacidad de conectar, y por lo tanto de interpretar los acontecimientos de la naturaleza, depende de la capacidad de reconocer ciertos acontecimientos como significativos de otros.

Es imposible pensar sin utilizar signos, pues pensar es ir más allá de lo sensorialmente presentado. Esto no quiere decir que el pensamiento es imposible sin las palabras, pues las palabras son sólo una clase de signos. En el sentido más amplio de la palabra "lenguaje", empleamos el lenguaje siempre que empleamos deliberadamente una cosa como signo de otra cosa. Un signo *conscientemente* concebido para representar algo se llamará un *símbolo*. No debemos decir que "el sol que se pone entre nubes" *simboliza* "un siguiente día lluvioso"; sí debemos decir, sin embargo, que los caracteres impresos que el lector acaba de leer y comprender *simbolizan* aquello que tales signos evocaron en su mente. No es posible trazar una línea rígida y precisa entre "signo" y "símbolo" en el sentido en que usamos estas palabras aquí. Si ello fuera posible, habría menos dudas acerca del origen histórico de los lenguajes. Pero en el lenguaje desarrollado en que está escrito este libro, la diferencia entre signo y símbolo es del todo inequívoca. ¿Cómo se produce esta diferencia? Como acabamos de indicar, sólo es posible dar una respuesta aproximada a esta pregunta.

Los signos pueden ser naturales o artificiales, es decir convencionales. La clase más simple de lenguaje, o sea el sistema más simple de signos conscientemente ideados, es el lenguaje de los gestos. Un lenguaje de gestos es uno en que los signos son, o bien demostrativos —es decir, que consisten simplemente en señalar aquello que ha de ser indicado— o bien imitativos — es decir, un signo que imita o copia aquello que significa. Por ejemplo, si un hombre indica que tiene sed haciendo los movimientos que haría si se llevara un vaso a los labios, está empleando un gesto imitativo como signo. Tales signos se llaman "signos naturales" debido a que, como se asemejan a la cosa o acción significada, constituyen el medio más natural de indicar lo que deseamos indicar. Estos signos pueden ser usados para llamar la atención hacia algo que no está presente en realidad, y son en consecuencia apropiados para cumplir una de las funciones más importantes del lenguaje. Los sonidos pueden emplearse como signos imitativos, como cuando se significa a cierto pájaro llamándolo "cucú" o a cierto juego llamándolo "ping-pong". Sin embargo, como las más de las veces las cosas no tienen un sonido característico, un lenguaje basado totalmente en sonidos imitativos no podría llegar muy lejos. Un signo convencional es uno que no es ni un gesto demostrativo ni un sonido o gesto imitativo; es deliberadamente ideado para representar algo y, de tal suerte, ha adquirido una significación relativamente fija que permite comprenderlo como referente a algo definido

en todas y cada una de las ocasiones en que se emplea. El lenguaje de los gestos puede entrañar el uso de signos convencionales, cuando, como resultado de la experiencia previa, se considera que el comienzo de un movimiento imitativo representa todo el movimiento, o cuando una representación esquemática basta para la comprensión del signo. Del mismo modo, la escritura pictográfica, que comienza siendo pictóricamente imitativa, evoluciona, aun cuando sigue siendo ideográfica, hacia signos convencionales. Tales signos tienen que ser aprendidos antes de que sean comprendidos, y ese aprendizaje no forma parte de la experiencia común de la raza humana. De tal suerte, los europeos tienen que aprender los jeroglíficos egipcios y los ideogramas chinos del mismo modo que cualquier otra lengua extranjera, aun cuando tal escritura comenzó con signos imitativos.

Como instrumento del pensamiento, los signos naturales adolecen de dos graves defectos. Primero, el número de sonidos reconociblemente diferentes que la voz humana es capaz de emitir, y el número de gestos diferentes que el cuerpo humano es capaz de ejecutar, son decididamente limitados y menos que las ideas que se desea comunicar. Segundo, es necesario representar no sólo aquello que no está presente en realidad, sino aquello que no es susceptible de ser presentado sensorialmente, a saber, características generales de las cosas, o sea abstracciones, como *fuerza, intencionalidad, inferioridad en número,* etcétera. En consecuencia, para que el pensamiento pueda ser desarrollado es necesario un conjunto de signos arbitrariamente ideados que no sean en modo alguno imitativos. Tal conjunto de signos constituye un lenguaje no-representativo.

El lector de este libro está tan cabalmente familiarizado con su propio lenguaje, tan imbuido en sus asociaciones normales, que probablemente le resultará difícil pensar que estas palabras son *meramente* signos convencionales. Empero, la palabra "hombre", por ejemplo, es una forma (según está impresa aquí) o un sonido, si se pronuncia en voz alta, arbitrariamente ideado para representar algo con lo que el lector está familiarizado. Es bien sabido que los hombres primitivos, sin excluir a algunos de los griegos, han sido proclives a suponer que una palabra tiene una idoneidad inherente para representar lo que significa. Heráclito, por ejemplo, consideraba que las palabras encarnaban sensorialmente la naturleza de las cosas. Así, F. M. Cornford dice que, para Heráclito, "el Logos se revela en el lenguaje. La estructura del lenguaje humano refleja la estructura del mundo; más aún, es una encarnación o representación de esa estructura". [1] Es bien sabido, además, que muchos pueblos primitivos son renuentes a decir sus nombres a los extranjeros, por temor a que éstos adquieran poder sobre ellos. Es probablemente algún vestigio de esta creencia lo que ha llevado a muchas personas a buscarle un origen onomatopéyico a todo lenguaje. [2] Aristóteles, sin embargo, reconoció

[1] CORNFORD, *From Religion to Philosophy*, p. 45.
[2] *Cf.* DE MORGAN, *Formal Logic*, pp. 246-7. "Si toda la humanidad

claramente que las palabras habladas y escritas —el lenguaje por excelencia— son convencionales y no imitativas. Así, dice que un hombre es "un sonido significativo por convención", y añade: "La limitación 'por convención' fue introducida porque nada es, por naturaleza, un nombre o un apelativo; lo es sólo cuando se convierte en un símbolo." [3]

¿Cómo, entonces, se convierte una palabra en un símbolo? Es decir, ¿cómo se convierte una marca escrita o un sonido hablado en un signo convencional de algo diferente de sí? Dar una respuesta cabal a esta pregunta equivaldría a escribir una historia de la evolución de los lenguajes y un estudio del desarrollo del niño en la utilización y comprensión del lenguaje. Para nuestro propósito, sin embargo, bastará con indicar la manera en que una nueva palabra llega a tener significado para nosotros. El lector de este libro no es un niño y probablemente no es versado en la psicología del lenguaje, pero puede recordar fácilmente, por experiencia propia, cómo alguna palabra que no entendía llegó a tener significado. Supongamos, por ejemplo, que nunca había visto ni oído la palabra "triforio", pero que una vez, estando en la iglesia de Nuestra Señora de París, alguien le dijo: "Éste es un triforio." Él sabría entonces que el símbolo verbal "triforio" representa una galería abierta sobre los arcos de una iglesia. Supongamos, asimismo, que no sabía el significado de "saxófono". Si alguien le mostrara uno de estos instrumentos musicales y le dijera que se llama *saxófono,* él entendería la palabra, es decir, conocería el objeto al que ella se refiere. Existe otra manera de comunicarle el significado de esta palabra. Se le podría decir: "Un saxófono es un instrumento musical parecido a una trompeta con forma de U." Esta descripción más bien inadecuada le permitiría reconocer un saxófono, suponiendo que ya supiese lo que es una trompeta. Si, al ver posteriormente un saxófono, pudiera dar su nombre, resultaría claro que comprendió lo que significa "saxófono".

Una palabra, pues, tiene significado para nosotros cuando sabemos qué es aquello *a lo cual* la palabra se refiere. Vimos ya que, para que alguna cosa sea un signo, debe haber: (1) el signo, (2) la cosa significada, (3) un intérprete. Nos será conveniente emplear la palabra "referendo" para representar *aquello que se significa.* [4] Una palabra

hubiese hablado un solo idioma, no podemos dudar que habría habido una escuela poderosa, quizá universal, de filósofos que habrían creído en la conexión inherente entre los nombres y las cosas; que habrían considerado el sonido *hombre* como el modo de agitar el aire que es esencialmente comunicativo de las ideas de razón, arte culinario, condición bípeda, etcétera. Los autores a los cuales me refiero ... tratan las palabras como imágenes absolutas de las cosas en virtud de las letras que las forman. 'Los franceses —dijo el marinero inglés— llaman zapato (*shoe*) a una calabaza (*chou*). ¡Qué tontos! ¿Por qué no la llaman calabaza (*cabbage*), si saben lo que es?' "

[3] *De Interpretatione,* 16*a,* 20, 25.

[4] Es quizá lamentable tener que introducir una nueva terminología, pero la palabra "objeto" no es adecuada al propósito para el cual yo uso el

es la clase especial de signo llamado "símbolo". Una palabra es comprendida cuando se la reconoce como un signo que significa un referendo. Así, por ejemplo, comprendemos la palabra "caballo" si podemos interpretarla correctamente como aplicable a aquellos animales que son caballos; comprendemos la palabra "juguetero" si podemos interpretarla correctamente como aplicable a esas piezas del mobiliario que reciben ese nombre; etcétera. Es posible comprender una palabra dada cuando se nos suministra una descripción correcta de su referendo, o una definición de ella en palabras cuyos referendos conocemos. Es de este modo como llegamos a comprender términos técnicos como "polígono", "diapasón", "pasador de cabos". Pero podemos comprender una palabra aun cuando no podamos describir el referendo con otras palabras, y mucho menos *definir* la palabra. El lector probablemente vacilaría si se le preguntara: "¿Qué significa la palabra 'mesa'?", pero tendría razón al decir que *sabe* lo que significa "mesa". [5]

Es importante observar que, en el sentido estricto de "entender" —que nos concierne aquí—, *lo* que entendemos es siempre un símbolo. La gente a veces habla vagamente de que "comprende el universo", o "comprende la vida" o "comprende a una persona". En estas frases, "comprender" se utiliza en forma lata para significar "conocer ciertos hechos acerca de" o "tener ciertas actitudes frente a" o "capaz de tener ciertas reacciones ante", o todo ello a la vez. Pero éste no es un empleo de la palabra adecuada a la lógica. Sólo los signos pueden ser comprendidos, y comprender un signo equivale a saber qué significa. En consecuencia, comprender un símbolo verbal equivale a saber a qué se refiere, es decir, a conocer el referendo que representa. La palabra *simboliza* el referendo. Debería ser claro ahora que la relación de "simbolizar" es fundamentalmente diferente de la relación de "imitar" o "copiar". En el caso de las palabras onomatopéyicas, como "cacareo", "ping-pong", "cucú", los propios signos son imitativos, pero, *en tanto símbolos*, sencillamente *representan* lo que simbolizan. Resulta innecesario decir que la onomatopeya ha desempeñado un papel en el origen histórico de los lenguajes. Pero en un lenguaje desarrollado reconocido como tal, es decir, como un sistema de *signos arbitrarios* —lo que Aristóteles llama "sonidos significativos por convención"—, no tiene ningún lugar. Pero no debe

término técnico "referendo". El referendo es *aquello a lo que se hace referencia*. OGDEN y RICHARDS han sugerido la palabra "referente" (*The Meaning of Meaning*, p. 13). Pero la palabra "referente" la usan ya los lógicos como un término técnico en la lógica de las relaciones (véase p. 136 más adelante. Cf. SUSAN MILES, "Intuition", en *The Monist*, julio de 1925.

[5] Más adelante veremos que la palabra "significa" es sumamente ambigua. Los símbolos pueden *significar* de diferentes maneras (véase el capítulo IX). Pero es una palabra de uso constante y se la comprende suficiente, aunque vagamente, para que sea clara en este contexto.

olvidarse que el empleo más primitivo del lenguaje tiene por objeto estimular acciones y provocar reacciones, no comunicar pensamientos e indicar propiedades.[6]

§ 2. *La actitud oyente-hablante*

En el lenguaje utilizado con el propósito de la comunicación, están envueltas dos personas: el oyente y el hablante. Por razones de conveniencia, simbolizaremos al oyente con *B* y al hablante con *A*. A fin de que *A* le comunique algo a *B*, *A* deberá saber algo que *B* no sepa. Con todo, *A* y *B* deberán saber algo en común; deberá haber alguna base de experiencia común que forme, por decirlo así, el contexto dentro del cual ocurra la comunicación. Limitémonos, por ahora, a esa forma de comunicación en la que *A* proporciona información a *B*. Luego, *A* hace una afirmación que *B* ha de aceptar o rechazar. Tal afirmación, ofrecida para su aceptación o rechazo, es una *proposición*. Esta proposición puede ser, ella misma, la respuesta a una pregunta hecha originalmente por *B*. Supongamos que *B*, enfrentado con un objeto que no le es familiar, preguntara: "¿Qué es eso?" *A* responde: "Eso es una gaita." Aquí, "eso" indica algo de lo cual tanto *A* como *B* están directamente conscientes; así, proporciona la base a partir de la cual la comunicación puede proceder. "Es una gaita" es la información que *A* da a *B*. Ésta es la clase más simple de comunicación, en que el riesgo de que el oyente comprenda mal al hablante se reduce a un mínimo. Supongamos ahora que *A* y *B* se encuentran en la calle Trumpington, en Cambridge. *A* dice: "Esa iglesia es muy grande." *B* replica: "Eso no es una iglesia; es el edificio de la Pitt Press." Aquí, *B* está consciente del referendo señalado por *A*, pero se niega a aceptar la descripción implícita en la frase "Esa iglesia" que *A* emplea para indicar el referendo. La frase "Esa iglesia" es lo que el profesor Whitehead llama una "frase demostrativa".[7] Si *A* redarguye ahora: "Eso parece una iglesia", "eso" aquí simplemente demuestra, y una frase descriptiva, que puede ser correcta, es aplicada a lo que se demuestra.

La distinción entre una frase demostrativa y una frase descriptiva es muy importante.[8] Pero la distinción se presta a ser oscurecida

[6] *Véase* § 3 más adelante.

[7] A. N. Whitehead, *The Concept of Nature*, p. 7. El pasaje (pp. 6-12), entero puede leerse con provecho. La palabra "demostración" en este pasaje tiene el mismo significado que en "pronombre demostrativo".

[8] La naturaleza de esta distinción puede hacerse más clara después de la lectura del capítulo III. Es una distinción fundamental de gran importancia para la comprensión de muchos trabajos de lógica y metafísica modernas. La naturaleza exacta de una frase descriptiva de la forma "Una iglesia gótica", etcétera, será examinada en el capítulo IX. La distinción entre las frases demostrativas y las frases descriptivas arrojará luz, como lo veremos, sobre el análisis de ciertas proposiciones cuya expresión verbal es complicada.

por la naturaleza elíptica de nuestra conversación ordinaria, que, con buen éxito, da muchas cosas por sentadas. Una frase demostrativa es como un gesto corporal: señala algo para su consideración. Una frase descriptiva adscribe características. Pero una frase demostrativa, aunque su propósito sea simplemente demostrar, casi siempre incluye un elemento de descripción, como en el caso de "Esa iglesia". [9] Podemos entonces aceptar la demostración y rechazar el elemento descriptivo. Así, en el ejemplo dado, *A* logró demostrar (es decir, señalar) lo que intentaba indicar, puesto que su frase demostrativa fue comprendida por *B*. Pero *B* rechazó el elemento descriptivo, a causa de lo cual *A* lo sustituyó con un "eso" puramente demostrativo, de modo que pudiera demostrar sin ningún elemento de descripción. Es casi imposible lograr la simple demostración por medio del lenguaje. Constantemente intentamos lograr tal demostración, pero no podemos tener buen éxito a menos que el lenguaje verbal pueda ser complementado con gestos demostrativos. Aun entonces, nuestra demostración ocurre dentro de un contexto que da significación, impidiendo así que la demostración sea *puramente* demostrativa.

En situaciones complejas, nos enfrentamos constantemente a la pregunta: "Pero, ¿qué *significa* usted al decir tal cosa?" La respuesta, aquí también, puede darse sólo en palabras. Al responder, *A* debe encontrar símbolos que (1) simbolicen correctamente el referendo que *se propone* simbolizar, (2) evoquen en la mente de *B* el *mismo* referendo. Es obvio que el riesgo de que *B* malinterprete los símbolos será mayor mientras menos sean (i) las experiencias comunes a *A* y *B*, (ii) la comunidad de lenguaje disponible para referirse a esas experiencias. De aquí la fuerza que tiene la expresión metafórica empleada por las personas cuando no han logrado establecer contacto: "Ni siquiera entendimos el lenguaje que cada uno hablaba."

§ 3. *Los dos usos del lenguaje*

Hasta ahora nos hemos expresado como si la función principal del lenguaje fuese la de comunicar información. Ésta es, sin duda, una función importantísima. Para la ciencia, es la *única* función del lenguaje. Por esta razón, una ciencia, en la proporción en que viene a ser lo que llamamos "científica", tiene la necesidad de crear una *terminología,* es decir, un conjunto de términos técnicos que tiendan a la precisión, es decir, a la *unicidad de referencia.* Una afirmación científica es, en cuanto científica, precisa. Es importante no confundir la *ciencia* con los *científicos.* Pues aun un científico es un "hombre de una sola pieza" que no siempre alcanza —aun en sus escritos publicados— esa impersonalidad del pensamiento que es necesaria para la exactitud de la afirmación. Por lo demás, ningún pensante, ni siquiera el físico, es totalmente independiente del contexto de expe-

[9] *Cf.* capítulo XXII, § 1.

riencia que le proporciona la sociedad dentro de la cual trabaja.[10] Ello no obstante, su objetivo es el de emplear sus símbolos verbales de tal modo que pueda lograr la unicidad de referencia, y usar así el lenguaje para comunicar información que sea exacta y precisa.

Sin embargo, muchas afirmaciones se hacen, no con el propósito de comunicar información, sino para producir en el oyente cierta reacción, para crear en él cierto estado de ánimo. Toda persona capaz de reaccionar ante la literatura admitirá que ésta es una función importante y propia del lenguaje. Todo buen crítico literario ha comprendido que el poeta no emplea el lenguaje principalmente para expresar afirmaciones verdaderas o falsas, sino para expresar aquello que no es ni verdadero ni falso. Cuando Shelley dice:

> La vida, como una cúpula de cristal multicolor,
> mancha el blanco resplandor de la eternidad
> hasta que la Muerte viene a hacerla añicos,

no está diciendo un disparate ni haciendo una afirmación que deba ser aceptada o rechazada como verdadera o falsa. Aquí no se plantea el problema de la verdad y la falsedad. Shelley emplea el lenguaje con un propósito totalmente diferente del que anima al científico cuando dice: "El calor específico del aire a una presión constante es 0.2734." Esta afirmación simplemente expresa lo que el científico considera verdadero. Él lo llamaría "un hecho". La diferencia entre estos dos usos del lenguaje no es difícil de aprehender, y sin embargo rara vez se distingue claramente entre ellos. Para establecer la distinción, I. A. Richards ha sugerido la terminología conveniente de "el

[10] Así CORNFORD, al escribir sobre la religión y la filosofía griegas, nos recuerda que "hay un andamiaje inalienable e inextirpable de concepciones que no hacemos nosotros, sino que nos es dado por la sociedad; todo un aparato de conceptos y categorías dentro del cual y por medio del cual se ve obligado a moverse nuestro pensamiento individual, no importa cuán original y audaz sea ... Este andamiaje es diferente para cada era en la historia, para cada grupo bien definido en el mapa intelectual de la humanidad, e incluso dentro de tales grupos, en grado menor, para cada nacionalidad. De aquí el error de suponer que la naturaleza humana es prácticamente la misma en todas las épocas, y que, puesto que la naturaleza no-humana es también prácticamente la misma, el filósofo griego del siglo VI a. c., al estudiar su experiencia exterior e interior, se enfrentaba a los mismos problemas vistos a la misma luz que el filósofo inglés de nuestros días. La diferencia —la inmensa diferencia— entre uno y otro radica en sus diversas herencias de representación colectiva. Es una diferencia comprensible para cualquiera que tenga que "traducir" (como se dice) del griego al inglés. El traductor pronto descubre que, una vez que pasamos de los nombres de los objetos como mesa o árboles y de las acciones simples como correr y comer, ninguna palabra griega tiene un equivalente exacto en inglés, ninguna concepción abstracta cubre el mismo campo ni acarrea la misma atmósfera de asociación" (*Op. cit.*, p. 45).

uso científico del lenguaje" y "el uso emotivo del lenguaje". [11] Cuando el lenguaje se utiliza simplemente a fin de hacer referencia a un referendo, su uso es *científico*. Cuando se emplea a fin de provocar una actitud emotiva en el oyente, para influir en él en cualquier otra forma que no sea la de ofrecerle información, entonces su uso es *emotivo*. Los ejemplos más inequívocos del uso emotivo del lenguaje se encuentran en la literatura precisamente porque su función no es la de instruir. Un escritor ha explicado esto claramente cuando dice, en un libro publicado no hace mucho: "Cuando las palabras son seleccionadas y ordenadas en tal forma que su significado provoca, u obviamente se propone provocar, la imaginación estética, el resultado puede describirse como *dicción poética*." [12] Y añade: "Los mismos sonidos y signos pueden ser fácilmente vehículos de la poesía en este lugar y no en aquél, en etse momento y no en aquél, para esta persona y no para aquella." El propósito del científico, por el contrario, consiste en utilizar las palabras en tal forma que elimine esta variación en la reacción.

De esta distinción entre el uso científico y el uso emotivo del lenguaje se derivan dos consecuencias importantes. Primera, un hablante cuyo propósito sea científico, fracasa en la consecución de su propósito si los símbolos que utiliza son, o bien en sí mismos incorrectos —es decir, que no logran simbolizar el referendo correcto—, o bien son tales que no consiguen referir al oyente al *mismo* referendo. El lenguaje ordinario, como vimos anteriormente, está particularmente expuesto a este último fracaso. Un hablante que usa el lenguaje emotivamente, no logra comunicar su efecto si los símbolos que escoge son incapaces de suscitar la reacción correcta en el oyente. [13] El fracaso puede deberse, en ambos casos, al oyente. Pero en el segundo caso se debe muchas veces a la incapacidad del hablante para escoger símbolos apropiados. Así, el poeta puede fracasar en su intento de "trasmitir su efecto". [14] En segundo lugar, se deriva la consecuencia de que lo que se llama conexión *lógica* es poco pertinente al uso emotivo del lenguaje, si bien constituye la condición para el buen éxito en el lenguaje científico.

Aunque la función emotiva del lenguaje se manifiesta mejor en la literatura, no está en modo alguno limitada al propósito del arte

[11] *The Principles of Literary Criticism*, capítulo XXXIV. Véase también *The Meaning of Meaning*, pp. 226-9, 255-60, 271-5.

[12] OWEN BARFIELD, *Poetic Diction: A Study in Meaning*, pp. 13, 14.

[13] En cualquier obra de arte literario —por ejemplo, un poema— puede haber afirmaciones con un carácter decididamente científico. Pero la función científica sirve aquí al valor emotivo. No podemos extendernos ahora sobre este asunto, pero podemos observar que la complejidad de la interrelación entre el uso científico y el uso emotivo del lenguaje en la literatura es una de las razones por las cuales esta forma de arte presenta las mayores dificultades al estudiante de estética.

[14] *Véase* J. M. MURRY, *The Problem of Style*, capítulo IV.

creativo. El empleo de metáforas en la argumentación es en gran medida emotivo, cuando no es simplemente el resultado del pensamiento oscuro. El hablante, al empezar con una metáfora para ilustrar y hacer comprender una idea, puede, sin darse cuenta, llegar a convertir la metáfora en un argumento. Así, puede acabar confundiendo la expresión de una actitud con una afirmación razonada. [15] Nuestras expresiones más comunes tienden a ser emotivas. Las frases corteses de la conversación ordinaria, tales como "¿Cómo está usted?" y "Mi estimado Fulano", tienen una función emotiva para la cual es impertinente la precisión de referencia. Además, frecuentemente creemos estar usando el lenguaje científicamente [16] cuando en realidad estamos expresando nuestras actitudes y tratando de excitar actitudes en nuestros oyentes. Por ejemplo, un conservador intransigente que rechaza una proposición de reforma social con el comentario "Eso es simple bolchevismo", pretende dar una descripción adecuada de la política que desea rechazar, pero en realidad está condenándola con una frase. Y tampoco es tarea fácil, no importa cuán desinteresada sea la intención del hablante, trazar una línea divisoria entre las afirmaciones emotivas y las científicas. La autora, al usar la frase "un conservador intransigente", probablemente ha expresado una actitud en lugar de nombrar un tipo de político. En la mayor parte de las conversaciones se combinan ambos usos. El hecho de que es difícil determinar con precisión dónde deja de ser útil una función y dónde se hace predominante la otra, no determina que la distinción en sí carezca de importancia.

[15] Los escritos sobre ciencia política y filosofía social abundan en metáforas que se dilatan en analogías y sustituyen al argumento. En MILTON encontramos un ejemplo típico: "La Nave del Estado siempre navega; ellos están en popa, y si dirigen bien el rumbo, ¿qué necesidad hay de cambiarlos, cuando ello es más bien peligroso? Añádase a esto que el Gran Consejo es tanto Cimiento como principales Pilares del Estado; y el mover Pilares y Cimientos que no son defectuosos no puede estar exento de peligro para el Edificio. No veo, por lo tanto, cómo pueden aprovecharnos Parlamentos sucesivos y transitorios, que más bien tenderán continuamente a desorganizar que a organizar un gobierno libre, a crear Conmociones, Cambios, Novedades e Incertidumbres, a provocar negligencia respecto de los Asuntos y Oportunidades del momento, mientras todas las mentes están atentas ante la expectativa de una nueva Asamblea, y la Asamblea en gran medida y tiempo ocupada en su propia nueva organización" (*The Ready and Easy Way to Establish a Free Commonwealth*).

[16] Debe recordarse que "científico", en relación con esto, significa la característica del lenguaje considerado desde el punto de vista de su idoneidad como instrumento para la expresión del pensamiento científico. Tal "lenguaje científico" no está limitado a lo que ordinariamente se llama "las ciencias". Se emplea cada vez que una persona da información precisa a otra persona.

§ 4. *Vaguedad y ambigüedad*

Hemos hablado varias veces de la *precisión* en el uso del lenguaje. Ahora nos toca indagar qué constituye el lenguaje preciso. Lo contrario de *preciso* es *vago*. Todas las palabras son más o menos vagas, es decir, la vaguedad es una cuestión de grado. La precisión exacta es un ideal inaccesible. No hay por qué lamentarse de que, en el lenguaje ordinario, todas las palabras adolezcan de cierto grado de vaguedad. Si no fuera así, la conversación ordinaria sería imposible. Una palabra es precisa cuando representa un, y sólo un, referendo. De tal suerte, un símbolo demostrativo que logra demostrar el referendo que se propone demostrar, es tan preciso como puede serlo cualquier lenguaje. Pero habremos de admitir que las frases demostrativas tienden a no poder demostrar a menos que vayan acompañadas de un gesto. Cuando, ello no obstante, "eso" y "esto" sí demuestran, tenemos entonces un ejemplo de una palabra precisa. Podemos comparar una palabra precisa con un instrumento científico de precisión. Un termómetro clínico es preciso cuando indica cambios de temperatura muy pequeños. Una placa fotográfica es precisa cuando es sensitiva a diferencias de luz muy pequeñas. Un mapa es preciso cuando cada una de las marcas que lo constituyen se refiere a uno solo de los rasgos del país que el mapa pretende representar. Un mapa mal trazado puede representar, por ejemplo, el contorno de Cornwall en gran escala o el de Italia en una escala correspondientemente menor, como descubrieron los propagandistas de un ferrocarril inglés hace unos cuantos años. Una palabra precisa, podríamos decir metafóricamente, es una palabra que es sensitiva a pequeñas diferencias en el objeto a que se refiere. "Religioso" es una palabra que, tal como se la usa de ordinario, es claramente muy vaga. Se refiere a diversas y diferentes actitudes emocionales e intelectuales, y puede ser empleada indiscriminadamente para aplicarla a diversos niveles de desarrollo emocionales e intelectuales. Para muchos fines, no tenemos que distinguir estos diversos significados utilizando palabras precisas para distinguirlos. Si deseamos ser claros, añadimos frases que dan mayor precisión a la referencia. Palabras como "conservador", "político", "humorístico" son obviamente vagas. Se refieren indefinidamente a muchos objetos que, para ciertos fines, tendrían que ser distinguidos. En tales casos, tratamos de hacer nuestras referencias menos vagas mediante la adición de frases calificativas, como "un conservador intransigente", "un político de partido", etcétera. Si, al salir de una sala de conciertos pueblerina, A le dice a *B*: "La sala estaba llena, pero había pocos lugareños allí", está haciendo una afirmación vaga. Si dice: "Todos los asientos estaban ocupados, pero no había más de una docena de lugareños allí", está haciendo una afirmación menos vaga. Si procede a especificar el número de lugareños en cantidad, digamos, de "diez", es todavía menos vago. Podría decirse que, en este caso, es tan preciso como lo permi-

ten los recursos del lenguaje y como lo exigen los fines prácticos de la vida. Es claro que una afirmación vaga tiene más probabilidades de ser verdadera que una afirmación precisa. Es difícil hacer afirmaciones que sean a la vez precisas y verdaderas. De lo contrario, todos seríamos hombres de ciencia. Es necesario un largo proceso de análisis y pensamiento reflexivo a fin de eliminar la vaguedad que infecta nuestro lenguaje. Pero —ya hemos insistido en ello— la vaguedad es una cuestión de grado. No es ni posible ni deseable eliminarla totalmente. Pues, en primer lugar, nuestras experiencias sólo son más o menos comunes. Una palabra que no es muy precisa tiene lo que William James llamó un "ribete de significado", que nos permite comunicarnos con otras personas sin una intolerable prolijidad. Y, en segundo lugar, los referendos del hablante no son, en modo alguno, siempre claros para sí mismo. El hablante sabe más o menos de qué quiere hablar. Así, la vaguedad de Newton respecto de lo que quería decir con la palabra "fuerza", no le impidió formular las leyes del movimiento ni dificultó su descubrimiento de la ley de la gravitación.[17] Más allá de un grado algo incierto, la precisión no es necesaria para la vida ordinaria y puede incluso ser una rémora para el progreso en cierta etapa del desarrollo científico. Allí donde la precisión es necesaria, es menester inventar un simbolismo *que no tenga otra finalidad que la unicidad de referencia.* Si el lenguaje alcanzara el ideal de la demostración, el ingenio quedaría condenado a muerte.

En la conversación ordinaria es imposible trazar una clara línea divisoria entre lo que se comunica mediante el lenguaje hablado (es decir, lo que se expresa en símbolos verbales) y lo que se comunica mediante la entonación, el gesto, la expresión facial. ¿Quién no conoce la expresividad de un encogimiento de hombros por parte de un francés? Mediante tales recursos logramos reducir el número de ocasiones en que necesitamos preguntar: "Pero, ¿qué *quiere decir* usted?" En el lenguaje impreso, recurrimos a expedientes tales como las cursivas, los signos de admiración, las perífrasis, pero siempre corriendo el riesgo de que no se nos comprenda bien.

Es preciso distinguir cuidadosamente la ambigüedad de la vaguedad. En tanto que la segunda sirve a un fin útil, la primera constituye un grave defecto. Una palabra es ambigua cuando representa diferentes referendos en diferentes ocasiones. Así, pues, la ambigüedad es en gran medida una cuestión de contexto. Una palabra en un contexto dado puede no tener nada de ambigua, pero en otro contexto puede serlo en forma considerable. Muchas palabras son ambiguas y vagas al mismo tiempo, por ejemplo: conservador, político, artista, ridículo, etcétera.

Los lógicos tradicionales tenían la costumbre de llamar la atención hacia las palabras que según ellos eran "equívocas" o "ambiguas", puesto que eran utilizadas en diversos sentidos. Daban ejemplos como

[17] *Véase,* capítulo XVI, nota 40, p. 352.

vice (que en inglés representa tanto una disposición moral como un instrumento de carpintero) y *fair* (que se aplica tanto al color de la tez de una persona como a un negocio justo). Pero tales palabras no son *ambiguas*, sino *diferentes*. Cuando Shakespeare dice:

> Not on thy sole but on thy soul, harsh Jew,
> Thou makest thy knife keen,

no está diciendo nada ambiguo; está simplemente haciendo un juego de palabras. No puede haber ambigüedad a menos que usemos la *misma* palabra en más de un sentido. La ambigüedad completa sería el disparate completo. Para determinar si una palabra es ambigua o no, es necesaria la referencia al contexto dentro del cual se usa la palabra. Ninguna palabra aislada es propiamente ambigua. En un sentido, puede decirse que el "eso" demostrativo es ambiguo puesto que representa un referendo diferente en cada ocasión que se le usa. Sin embargo, dado que su función es precisamente ésa, sería mejor decir que las palabras como "eso" son indeterminadas en su referencia. La ambigüedad se produce cuando, al comunicarse con *B*, el lenguaje que emplea *A* refiere a *B* a un referendo distinto del que *A* tenía en mente, o cuando *B* (y probablemente A) se ve llevado a extender a un referendo lo que es verdadero sólo respecto de otro, sin darse cuenta de que se ha efectuado una transición. La muy conocida anécdota de Coleridge acerca de dos estudiantes de teología que, al discutir los atributos de Dios, llegaron a la siguiente conclusión: "Ya veo, Tu 'Dios' es mi 'Demonio' ", constituye una buena ilustración de la ambigüedad. Uno de los propósitos principales de la definición de las palabras es eliminar las ambigüedades perjudiciales. Pero es un error suponer que todas las palabras cuya definición sabemos, se emplean en forma no ambigua.

III. CONOCIMIENTO DIRECTO Y DESCRIPCIÓN

SÓCRATES: Ya sé, Menón, lo que quieres decir; pero advierte cuán tediosa es la disputa que provocas. Arguyes que un hombre no puede indagar ni acerca de lo que conoce ni acerca de lo que no conoce; pues si conoce, no tiene necesidad de indagar, y si no conoce, no puede hacerlo, pues no conoce el propio asunto que ha de indagar.—PLATÓN

§ 1. *La ambigüedad de "saber" o "conocer"*

CUANDO empleamos las palabras "saber" o "conocer", no siempre las empleamos en el mismo sentido. A veces decimos que conocemos a alguien o algo; a veces decimos que sabemos que tal o cual cosa es así. Por ejemplo, un hombre podría decir: "Lo conozco a él y sé que fue a Francia la semana pasada." Otra persona podría decir: "No lo *conozco* a él, pero sé a quién se refiere usted." En estas dos oraciones la palabra "know" [*que en inglés, según la propia autora explica más adelante, significa tanto "saber" como "conocer"*—N. del T.] ha sido empleada en tres sentidos diferentes. "Yo lo conozco a él" ("I know him") se tomaría de ordinario en su significado de "Yo soy amigo o conocido de él" ("I am acquainted with him"). Las palabras "que él fue a Francia la semana pasada" expresan algo que es verdadero *acerca de* él y que el hablante alega *saber*. Lo que éste alega saber es un *hecho*, verbigracia, el hecho de *que él fue a Francia la semana pasada*. Debemos distinguir claramente entre el conocimiento acerca de las cosas (o de las personas) y el conocimiento acerca de los hechos. Este último se expresa en proposiciones verdaderas. En inglés empleamos la misma palabra, "know", para referirnos tanto a las *cosas* como a los *hechos*, pero algunos idiomas tienen dos palabras que, hasta cierto punto, pero no exactamente, reconocen la distinción. Así, en latín existen *noscere* y *scire*, en griego *γνῶναι* y *εἰδέναι*, en francés *connaître* y *savoir*, en alemán *kennen* y *wissen* [*y en español* conocer *y* saber—*N. del T.*] Una vez que se señala esta distinción, resulta fácil ver que estos dos sentidos de "knowing" son bastante diferentes. Hay, sin embargo, un tercer sentido de "know" que crea mayor confusión. El segundo hablante antes mencionado no alega conocimiento directo ("acquaintance"), pero asevera que "sabe a

quién" se hace referencia. Parece, entonces, que hay dos maneras en que podemos conocer a las personas o a las cosas. Es necesario distinguirlas ahora.

En la vida ordinaria, se dice que trabamos conocimiento directo ("to be acquainted") con una persona a la cual hemos sido presentados. En este sentido, un hombre conoce a su mujer, al amigo con el cual vive, a su barbero. Ninguna persona viva conoce ahora, en este sentido, a Julio César, si por Julio César entendemos el hombre que escribió *De Bello Gallico*, cruzó el Rubicón y fue asesinado por Bruto en los Idus de Marzo. No es posible definir el *conocimiento directo*. Se trata de una relación no analizable que un cognoscente guarda con algo. Es ésta una relación con la que todos estamos familiarizados. Conocemos directamente aquello de lo cual estamos directamente conscientes. [1] Por ejemplo, podemos tener conocimiento directo del color de la mesa que estamos mirando y del ruido que hace un automóvil al pasar. Debe advertirse cuidadosamente que, al decir que hay un conocimiento directo del ruido que hace un motor al pasar, la referencia se hace simplemente al ruido. Si afirmáramos que el ruido es producido por un motor, estaríamos afirmando algo acerca del ruido, no estaríamos alegando un conocimiento directo del motor. Entonces, tal como estamos usando la palabra aquí "conocimiento directo" significa aquella relación que un cognoscente guarda con algo que le es presentado directamente. Mediante una extensión conveniente del término, podemos decir que tenemos conocimiento directo de algo que nos ha sido presentado directamente, pero que no se nos está presentando ahora. Es en este sentido como podríamos afirmar que conocemos a alguien a quien nos han presentado, pero que en estos momentos está ausente. Es dudoso que, en el sentido más estricto del término "conocimiento directo", *conozcamos* directamente alguna vez a las personas. [2] Sólo es necesario sostener aquí que debemos distinguir entre el conocer a una persona a la que hemos sido presentados personalmente, y el conocer a alguien en alguna otra forma.

Todo el mundo entiende lo que se quiere decir con una afirmación como "No conozco a Stanley Baldwin, pero sé quién es la persona de la que estáis hablando" ("I am not acquainted with Stanley Baldwin, but I know who it is you are discussing"). Supongamos que estamos en una reunión pública en la que el señor Baldwin hará uso de la palabra. En cierto momento, el presidente se pone de pie y anuncia que tiene el placer de "presentar al señor Baldwin". Supongamos que el presidente, en ese momento, señala con un ademán a cierto individuo que ocupa un asiento a su lado. Baldwin nos es presentado entonces. Es posible que ya lo conociéramos *como el que fuera*

[1] La frase "directamente conscientes" se emplea aquí en su sentido ordinario. Es la índole directa de la relación lo que es importante.

[2] Si, como no deja de parecer probable, una persona es una construcción lógica, entonces no podemos tener conocimiento directo de una persona (véase el capítulo IX).

Primer Ministro de la Gran Bretaña en 1928, o *como el orador principal en cierta reunión*, o *como el político que fuma una pipa, es aficionado a la cría de cerdos y hace buenos discursos de sobremesa*, etcétera. Éstas son características que pueden o no pertenecer al hombre que acaban de presentarnos. Las frases por medio de las cuales nos referimos a tales características son frases descriptivas, por ejemplo: "el político que fuma una pipa", "el Primer Ministro". Sabemos también que el nombre "Stanley Baldwin" se aplica al individuo al que creemos que pertenecen esas características. Del mismo modo que decimos que el nombre "Stanley Baldwin" se aplica a un individuo, podemos decir que esas frases descriptivas se aplican al individuo que posee las características expresadas por esas frases. Podemos comprender esas frases descriptivas y podemos usarlas significativamente antes de que tengamos un conocimiento directo del individuo al cual describen. Es importante subrayar el hecho de que nuestra comprensión de una frase descriptiva es independiente de cualquier conocimiento directo del objeto descrito.

Hay, pues, dos maneras diferentes en que podemos conocer las cosas. Podemos conocer una cosa por tener un conocimiento directo de ella. Las únicas cosas de las que podemos tener un conocimiento directo son aquellas de las que estamos directamente conscientes. También podemos conocer una cosa mediante el conocimiento de sus características. En este último caso, debemos saber al mismo tiempo cuáles son esas características y que ellas pertenecen a esta cosa. Se dice entonces que conocemos la cosa por descripción. Así, conocemos a Baldwin por descripción cuando sabemos, por ejemplo, que la característica de *haber sido Primer Ministro en 1928* pertenece a él. Es posible conocer una cosa por descripción y al mismo tiempo tener un conocimiento directo de ella. La mayor parte de nuestro conocimiento de las cosas es conocimiento por descripción. Si nuestro conocimiento estuviese limitado al conocimiento directo, conoceríamos muy poco. El conocimiento descriptivo que podemos tener de las cosas puede ser más o menos determinado. Nuestro conocimiento de un objeto es más determinado en proporción mientras más preciso y comprensivo sea. Mientras más características sabemos que pertenecen a un objeto, más determinado es nuestro conocimiento de ese objeto. Cuando decimos: "Yo sé mucho acerca de ese objeto", generalmente queremos decir: "Conozco muchas características que pertenecen a ese objeto." Es de esta manera como nuestro conocimiento de un objeto puede desarrollarse, de modo que podamos hacer preguntas acerca de algo que, en un sentido, ya *conocemos*. Esta distinción entre el conocimiento determinado y el indeterminado se relaciona únicamente con el conocimiento por descripción. El conocimiento directo no admite grados.[3]

[3] Esta distinción entre *conocimiento directo* y *conocimiento por descripción* la estableció claramente, por vez primera, Bertrand Russell (véase *Problems of Philosophy*, capítulo IV, y las referencias que se ofrecen en el

§ 2. *Nombres propios y frases descriptivas*

Hemos visto que una frase descriptiva adscribe características. Estas características pueden o no pertenecer a algún objeto. Si hay algún objeto al cual pertenecen estas características, entonces la frase descriptiva se aplica a ese objeto u objetos. Por ejemplo, si no hay ningún individuo que sea al mismo tiempo *honrado* y *político*, entonces "político honrado" es una frase descriptiva que no describe nada. Si hay varios individuos que son honrados y también son políticos, entonces "político honrado" se aplica a cada uno de ellos. Ciertamente podemos entender qué significa la frase "político honrado", aun cuando no exista ninguno. Es decir, podemos entender una frase descriptiva sin saber si hay algo que sea descrito por ella, y podríamos usarla significativamente aun si creyéramos que no hay nada a lo cual sea aplicable la frase. El motivo por el que podemos entender y usar así las frases descriptivas, aun cuando no haya nada a lo cual sean aplicables, es que su significado es independiente del contexto dentro del que, en una ocasión dada, pueden ocurrir. Es decir, que su significación no depende de una situación *dada*. Así, pues, es preciso distinguir claramente entre las frases descriptivas y los símbolos demostrativos. Un símbolo que simplemente demuestra o señala un objeto, no tiene significación aparte del objeto al cual demuestra; indica un objeto, sin adscribirle características. Un símbolo demostrativo carecería de significación si no hubiese nada a lo cual representara. [4]

Estas dos clases de símbolos pueden definirse de la siguiente manera:

Un símbolo demostrativo es un símbolo que representa un objeto del cual tenemos conocimiento directo.

Una frase descriptiva es un símbolo que adscribe características y es de tal índole que tiene significación independientemente del contexto dentro del cual es empleada.

Un símbolo demostrativo puede ser considerado como un nombre lógicamente propio, puesto que simboliza un objeto del cual tenemos conocimiento directo y que es así inmediatamente dado. No pretendemos sugerir que un símbolo demostrativo es lo que de ordinario se llamaría un nombre propio. Por el contrario, si intentamos hallar un ejemplo de acuerdo con la anterior definición, encontraríamos que nuestros ejemplos son muy distintos de los nombres propios ordina-

capítulo IX del presente libro). Frecuentemente se la ha confundido con la distinción que estableció William James entre *conocimiento directo* y *conocimiento acerca de* (véase *Principles of Psychology*, I, p. 221). Pero ésta es una distinción muy diferente; tiene que ver con lo que hemos llamado la distinción entre el conocimiento determinado y el indeterminado, mientras que la distinción entre *conocimiento directo* y *descripción* no tiene tal referencia. El análisis de las descripciones lo daremos en el capítulo IX. *Cf.* también capítulo II, § 2.

[4] *Cf.* capítulo II, p. 32.

rios. Si, al fijar vuestra atención en algo que os fuera presentado sensorialmente —por ejemplo, una mancha de color— dijerais "*esto*", entonces "esto" es un símbolo demostrativo o un nombre lógicamente propio. Lo que "esto" representa depende del contexto dentro del cual ocurre. Significa diferentes objetos en diferentes ocasiones de su uso, es decir, representa diferentes referendos. O sea, que en toda ocasión el referendo de "esto" es determinado por su uso; es equivalente a un ademán demostrativo.

Los nombres propios ordinarios, como "María", "Julio César", "Londres", se asemejan a las frases descriptivas en ciertos aspectos, y en otros aspectos se asemejan a los símbolos demostrativos. El uso griego del artículo definido "ὁ" antecediendo a un nombre propio ordinario, pone muy de relieve esta doble semejanza. Así, ὁ Σωκράτης representa "el individuo que ha sido presentado con el nombre de Σωκράτης". Este uso del artículo definido ("*el* Sócrates") es similar al uso del pronombre personal para referirse a un individuo que ya ha sido indicado. Por ejemplo, en la oración "¿Ves aquel hombre que está allí? Pues bien, *él* es el hombre que la policía está persiguiendo", el pronombre "él" indica o demuestra directamente un individuo al que entonces se aplica una frase descriptiva. El individuo así señalado no siempre es perseguido por la policía, de modo que la frase descriptiva no siempre le será aplicable. Sin embargo, frecuentemente se le llama por un nombre propio de él; esto es lo que se quiere decir al hablar de un nombre propio ordinario. Supongamos que conocemos directamente un perro particular llamado "Lobo". Si pudiéramos usar la palabra "Lobo" de tal manera que simplemente demostrara a este perro, entonces "Lobo" sería equivalente a "eso" y sería un nombre lógicamente propio. Pero ningún nombre propio ordinario se usa jamás de esa manera; "Lobo" se usa de modo que contenga un elemento descriptivo. Ello no obstante, existe una diferencia importante entre una frase descriptiva como "el hombre que ganó la guerra" y un nombre propio ordinario como "Lloyd George". Este último es equivalente a cualquier frase descriptiva suficiente únicamente para indicar al individuo que el nombre "Lloyd George" representa. Por lo tanto, es equivalente a diferentes descripciones según las usan diferentes personas, o en diferentes ocasiones. Su significación es determinada por el referendo al cual simboliza. La frase descriptiva "el hombre que ganó la guerra" es significativa independientemente de su referendo; sería significativa aun si no existiese tal hombre, o aunque existiese pero no se llamase "Lloyd George". De tal suerte, un nombre propio ordinario difiere de una frase descriptiva en virtud de que aquél es demostrativo y descriptivo al mismo tiempo. Algunas veces, un símbolo que parece ser un nombre propio ordinario se usa de tal manera que viene a ser una descripción abreviada sin ninguna significación demostrativa, por ejemplo: "Homero", "Calibán", "Zeus". Cuando preguntamos: "¿Existió Homero?", es claro que no estamos usando "Homero" como un nombre

propio ordinario, puesto que la pregunta carecería de significación a menos que fuese posible que Homero no simbolizara ningún referendo, y no demostrara así un objeto. Sería un disparate preguntar: "¿Existe el objeto llamado 'Homero'?", pues un individuo inexistente no podría ser nombrado. Por lo tanto, "Homero" se emplea como equivalente de alguna descripción tal como "el hombre que escribió la *Ilíada* y la *Odisea*". Puesto que es lógicamente posible que la *Ilíada* y la *Odisea* no hayan sido compuestas por un solo hombre, tal pregunta sería significativa.

Hemos distinguido ya tres clases de símbolos que se emplean para referirse a individuos:

(1) Un símbolo demostrativo, o nombre lógicamente propio, cuya exclusiva función es la de indicar el individuo al cual representa.

(2) Un nombre propio ordinario, que se emplea descriptivamente pero cuya finalidad primordial es la de representar al individuo que recibe ese nombre.

(3) Una frase descriptiva cuya significación es independiente de los individuos a los que puede ser aplicada, y la cual puede comprenderse aun cuando no sea aplicable a nada.

§ 3. *Connotación y denotación*

La distinción que hemos estado examinando entre *describir* y *ser aplicable a* tiene una gran importancia. Está íntimamente relacionada con la distinción tradicional entre *connotación* y *denotación*. Estos dos últimos términos, en el sentido en que han sido utilizados generalmente, fueron introducidos en la lógica moderna por John Stuart Mill. [5] La exposición que éste hizo del significado que atribuía a estas palabras se halla lejos de ser clara y no es necesario que la examinemos en forma detallada. Existe un acuerdo general entre los lógicos modernos por lo que toca al sentido en que debe emplearse el término "connotación". La connotación de una palabra es la característica o el conjunto de características que son tales que determinan los objetos a los que puede aplicarse correctamente la palabra, y que son, por lo tanto, suficientes para distinguir a estos objetos de otros. Así, pues, la connotación de una palabra determina su aplicación. Por ejemplo, si el conjunto de características que constituyen la connotación de "triángulo" es *figura plana cerrada por tres líneas rectas*, entonces nada que carezca de estas características es un triángulo y cualquier cosa que posea estas características, debe ser un triángulo. La denotación de una palabra es el objeto, o el conjunto de objetos, al que la palabra es correctamente aplicable. Por ejemplo, la denotación de "triángulo" serán todos los triángulos. Así, pues, "triángulo"

[5] *Logic,* libro I, capítulo II, § 5. En JOSEPH, *Introd.*, capítulo V, se encuentra un examen completo de las concepciones de Mill sobre la connotación.

connota ciertas características o atributos, y denota todos los objetos que tienen esas características. Más adelante veremos que los objetos de los que se dice que son *denotados* por "triángulo" son los miembros de la clase *triángulo*. Se encontrará entonces que la noción de *denotar* es susceptible de análisis, y que el intento de analizarla revela dificultades que Mill ignoró. No podemos, sin embargo, hacer aquí un examen cabal de la denotación, pero diremos algo sobre esto en un capítulo posterior. [6]

Los lógicos tradicionales prefieren emplear los términos *intensidad* y *extensión*, en lugar de *connotación* y *denotación*. Pero la distinción tradicional no corresponde exactamente a la distinción que hizo Mill entre connotación y denotación. La variación en la terminología se debe a la diferencia en el punto de vista desde el cual se ha concebido la distinción.

Por lo general se dice que la *intensidad* de una palabra es todo aquello que nos *proponemos* significar con ella. [7] Esta definición sugiere una desafortunada intromisión de la psicología en la lógica. Es quizá por esta razón que los lógicos idealistas, que enfocan la lógica desde el ángulo de la psicología y la metafísica, prefieren usar "intensidad" en lugar de "connotación". Pero aquello que nos proponemos significar es vago y variable. John Maynard Keynes ha distinguido provechosamente tres diferentes significados de "intensidad", que podemos resumir brevemente aquí: [8]

(1) *Intensidad convencional*, o sea, aquellos atributos que se consideran comúnmente como constituyentes de la definición de la palabra, siendo tales que, si cualquiera de ellos faltara, la palabra no podría ser aplicada. El filósofo John Locke, por ejemplo, planteó el problema de si cierta clase de forma ha de ser incluida en la definición de "hombre", y señaló que, de hacerse así, habría que negar el nombre de "hombre" a ciertas personas anormales. La intensidad convencional corresponde en cierta medida a lo que Mill significaba con el término connotación.

(2) *Intensidad subjetiva*, o sea, aquellos atributos que el empleo de una palabra evoca en la mente de una persona que la emplea. A esto se le ha llamado a veces el significado psicológico de una palabra. Por ejemplo, la palabra "hogar" evoca diferentes ideas en las mentes de diferentes personas, de suerte que su intensidad subjetiva puede variar considerablemente de un individuo a otro. Ésta es una noción que resulta bastante inútil para los fines del pensamiento lógico.

(3) *Intensidad objetiva*, o sea, *todos* aquellos atributos que en realidad poseen en común *todos* los objetos a los que se aplica la

[6] *Véase* el capítulo IX.

[7] *Véase* JOSEPH, *Introd.*, capítulo VI, p. 121. "La intensión de un término verbal es aquello que pretendemos a través de éste o lo que significamos por ello cuando se predica de algún sujeto."

[8] *F. L.*, parte I, capítulo II.

palabra. Keynes usa la palabra *comprehensión* como equivalente de la intensidad objetiva. Puesto que nunca conocemos *todos* los atributos que posee un objeto, esta noción no es de mucha utilidad.

La palabra extensión, tal como se la emplea en relación con intensidad, es una palabra sumamente ambigua. El tratamiento tradicional de este tópico es muy oscuro debido al hecho de que se han confundido nociones muy diferentes y los tópicos conectados con cada una de ellas han sido tratados conjuntamente. Estas confusiones han penetrado toda la lógica tradicional, que se funda en las teorías metafísicas implícitas en la teoría de la lógica de Aristóteles. Tendremos que ocuparnos constantemente en dificultades que no se habrían producido si no hubiese sido por estas confusiones profundamente arraigadas. Sólo a medida que avancemos podremos resolverlas. Podemos, sin embargo, ocuparnos ahora mismo en una de ellas.

La relación de una clase (por ejemplo, *los franceses*) con una clase más amplia dentro de la cual está contenida la primera (por ejemplo, *los europeos*) es muy diferente de la relación de un individuo (por ejemplo, *Napoleón*) con una clase de la cual este individuo es un miembro (por ejemplo, *los franceses*). Los lógicos tradicionales no distinguieron entre estas relaciones diferentes, sino que las trataron a las dos como ejemplos de la extensión. Así, se decía que la clase de *los europeos* "se extendía sobre" o "incluía en su extensión a" la clase de *los franceses*; además, se decía que la clase de *los franceses* incluía en su extensión a todos los franceses individuales, como Napoleón, Mazarino, Villon, Bossuet, etcétera. El empleo de una palabra para expresar estas dos relaciones tenía que crear dificultades. La confusión se hizo mayor en virtud del intento que hicieron algunos lógicos de incluir en la extensión de *los franceses*, no sólo a todos aquellos franceses que han vivido, viven y vivirán, sino también a todos los personajes franceses novelescos, como *Jean Valjean* (de *Los miserables*, de Victor Hugo), *Monsieur Paul Emmanuel* (en *Villete*), etcétera. Si la extensión se usa en este tercer sentido, es el correlativo de la intensidad subjetiva más bien que de la connotación. De ahí que Keynes proponga llamarla "extensión subjetiva", que en su opinión significa "toda la variedad de objetos reales o imaginarios a los que el nombre puede ser aplicado correctamente". Esto, sin embargo, plantea un problema muy diferente del de distinguir entre el significado psicológico y la intensidad convencional, de manera que la terminología keynesiana no ayuda. Nos ocuparemos más adelante en las dificultades debidas a esta tercera interpretación de la extensión.

Hemos distinguido, pues, dos sentidos muy diferentes en que se emplea el término "extensión", y dos interpretaciones diferentes del segundo sentido. Así, pues, se considera que "extensión" significa: (1) La relación de una clase con las sub-clases que incluye; (2) la relación de una clase con los miembros individuales que componen la clase, entendiéndose que estos individuos son, *o bien* (*a*) todos

aquellos de los que puede decirse que *existen*, en el significado ordinario de la palabra "existir", *o bien* (*b*) todos los individuos reales e imaginarios.

Ni (1) ni (2) corresponden exactamente a lo que Mill significó como denotación, pero (2*a*) se aproxima a ello.

Se ha sostenido que la interpretación de "extensión" en el sentido (1) entraña lo que ha sido llamado "la variación inversa de la extensión y la intensidad". El significado de esto puede hacerse más claro por medio de un ejemplo. Si consideramos las clases *cuadrados, rectángulos, paralelogramos, figuras cuadriláteras*, vemos que cumplen las siguientes condiciones: (1) cada una de las clases (tomadas en orden de la primera a la última) incluye menos miembros individuales que las clases siguientes (puesto que, por ejemplo, todos los cuadrados son rectángulos, pero no todos los rectángulos son cuadrados); (2) cada clase tiene un mayor número de características que la clase siguiente. Así, por ejemplo, si sabemos que una figura plana dada es un *cuadrado*, conocemos un mayor número de características en relación con ella que si sólo supiéramos que es un *rectángulo*. Se considera que el cumplimiento de estas condiciones constituye la variación inversa de la extensión y la intensidad. Puesto que la "variación inversa" representa una noción matemática exacta, no puede ser aplicada adecuadamente a estas dos condiciones vagamente concebidas. Ni tampoco podría considerarse que esta relación rige entre la *intensidad* como tal y la *extensión* como tal. Es una relación que sólo podría regir entre clases dispuestas en cierto orden, a saber, en que una clase menor o sub-clase se agrupa bajo una clase mayor, la cual se agrupa bajo otra clase mayor, y así sucesivamente, como en nuestra ilustración. Tal ordenamiento de clases según un plan definido, se llama *clasificación*. La doctrina de la variación inversa es resultado de los intentos de los lógicos tradicionales para tratar las características de las series clasificatorias. Dado que la concepción de la clasificación de los lógicos tradicionales dependía de su concepción de la extensión, no está exenta de confusión. Debemos posponer las dificultades de esta concepción para un capítulo posterior, pues no es posible lograr una concepción clara de las *relaciones entre las clases* antes de que tengamos una concepción clara de *clase*. [9]

§ 4. *Nombres y connotación*

Los diferentes sentidos en que los lógicos han empleado las palabras "connotación" e "intensidad" dieron lugar, naturalmente, a la controversia acerca de qué nombres tenían connotación y qué propiedades constituían la connotación de aquellas palabras que son connotativas. Gracias a nuestro examen de los nombres propios debería resultar claro ahora que un nombre lógicamente propio, tal

[9] *Véase* el capítulo XXII, § 3.

como "esto", no tiene connotación; su función es puramente demostrativa. Sin embargo, un nombre propio ordinario, puesto que contiene un elemento descriptivo, no es puramente demostrativo; ciertamente tiene intensidad subjetiva. Si la connotación no se considera como equivalente de la definición, puede decirse que un nombre propio ordinario tiene connotación restringida, siendo la restricción al contexto dentro del cual se usa el nombre propio. Es obvio que las frases descriptivas son connotativas.

La confusión en el tratamiento tradicional se centra alrededor del nombre propio. Mill, habiendo considerado la connotación como equivalente de la intensidad convencional, o definición, descubrió naturalmente que los nombres propios ordinarios no tienen connotación. Bosanquet, a quien podemos considerar como un lógico tradicional típico, habiendo tomado la connotación como equivalente de la intensidad subjetiva, dice: "Un Nombre Propio tiene, pues, una connotación, pero no una connotación general fija. Está adscrito a un individuo único, y connota cualquier cosa que esté implicada en su identidad, o sirve como instrumento para traerla a la mente." [10] Mill había dado un giro desafortunado a la controversia con su definición de un nombre propio: "Un nombre propio no es sino una seña carente de significado que conectamos en nuestra mente con la idea del objeto, a fin de que, dondequiera que nuestros ojos encuentren la seña o ésta ocurra en nuestros pensamientos, podamos pensar en ese objeto individual." [11] Esto, tal como está expresado, es una aseveración absurda. Una "seña carente de significado" no sería una seña en el sentido en que Mill claramente se propone usar la palabra "seña", es decir, como un *signo* o un *símbolo*; sería una mera forma. [12] Las dificultades que se han presentado en el examen de esta controversia se deben, en cierta medida, a la excesiva ambigüedad de la palabra "significado". La palabra fue utilizada libremente en la disputa acerca de los nombres propios, y sin embargo nadie juzgó necesario intentar definir lo que quiso significar con ella, ni precisar qué habían dicho exactamente otros lógicos y lo que a él le interesaba refutar.

Si lo que hemos dicho acerca de los nombres propios es correcto, es claro que Mill tenía razón al reconocer una diferencia importante entre los nombres propios ordinarios y las frases descriptivas; también se hallaba en lo justo al reconocer que un símbolo puede representar

[10] *Essentials of Logic*, p. 93. *Cf.* también BOSANQUET, *Logic*, I, pp. 47-51.

[11] *Logic*, libro I, capítulo II, § 5.

[12] *Cf.* la siguiente afirmación de MILL: "Si, al igual que el ladrón en *Las mil y una noches*, hacemos una señal con tiza en una casa para poder conocerla otra vez, la señal tiene un propósito, pero no tiene propiamente ningún significado... El objeto de hacer la señal es meramente la distinción... Cuando imponemos un nombre propio, ejecutamos una operación en cierto grado análoga a lo que el ladrón se proponía al señalar la casa con tiza."

un referendo sin adscribirle ningunas características. Lógicamente, los nombres propiamente lógicos son tales símbolos. Pero Mill se equivocó al no ver que tales nombres como "Baldwin", "María", "Lobo" no son lógicamente propios. Cometió el error adicional de suponer que "significar" equivale, sin ambigüedad, a "tener connotación". En consecuencia, como consideró que la connotación es equivalente a la intensidad convencional, llegó primero a la conclusión de que los nombres propios ordinarios no son connotativos, y luego concluyó que ellos son "señas carentes de significado". Aun si la primera conclusión fuese correcta, la segunda no se desprendería de ella.[13]

Hay una confusión adicional en la explicación de la connotación que hace Mill, y debemos considerarla ahora. Aunque al distinguir entre connotación y denotación Mill pensaba en la distinción entre *describir* y *ser aplicable a,* dejó de ver que hay muchos nombres descriptivos que no son aplicables a nada. Esto lo demuestra su definición de un nombre connotativo. Dice Mill: "Un término connotativo es uno que denota un sujeto e implica un atributo. Por un sujeto se entiende aquí cualquier cosa que posee atributos. Así, Juan o Londres o Inglaterra son nombres que significan un sujeto solamente. Blancura, longitud, virtud, significan un atributo únicamente. Pero *blanco, largo, virtuoso,* son connotativos. La palabra blanco denota todas las cosas blancas, como la nieve, el papel, la espuma del mar, etcétera, e implica —o, en el lenguaje de los escolásticos, *connota*— el atributo *blancura.*"[14] Así, Mill definió el término "nombre connotativo" de tal modo que de ello se desprende que, si un nombre es connotativo, *debe ser aplicable a* algo: que es lo que Mill significó por *denotar.* Pero, como hemos visto, una frase descriptiva que es, por supuesto, connotativa, puede no tener aplicación: por ejemplo, "montaña de cristal", "cuadrado circular", "filósofo consecuente", "estadista intachable". Resulta claro, entonces, que "connotación" no puede ser definida como la definió Mill. Una palabra, un nombre o una frase son connotativos cuando significan o representan una característica o conjunto de características de tal índole que cualquier cosa que las posea es denotada por esa palabra, nombre o frase. Así, pues, la connotación determina la denotación, siempre y cuando que la palabra connotativa sí sea aplicable a algo; pero una palabra connotativa no tiene que denotar necesariamente. Una palabra, un nombre

[13] La teoría de Mill, del nombre propio como una "señal sin significado", ha sido llevada a su conclusión lógica por Bertrand Russell. Éste define un nombre propio como una palabra para un particular, tal como "este". Russell sostiene que los nombres propios ordinarios son "descripciones abreviadas". Esta explicación, sin embargo, descuida el elemento demostrativo que es esencial a la significación de un nombre propio ordinario. El problema es más complicado de lo que Russell parece admitir. (*Véanse* los artículos de RUSSELL en *Monist* (1918), pp. 523 ss.; *Int. Math. Phil.,* p. 174.)

[14] *Loc. cit.*

o una frase son no-connotativas cuando no representan ninguna característica sino que simplemente demuestran su referendo. De aquí que una palabra no-connotativa sea un símbolo demostrativo. Para entender una palabra no-connotativa debemos conocer directamente su referendo. Éste es el caso, como ya hemos visto, de los nombres lógicamente propios como "esto". Las palabras que representan propiedades simples, como "rojo", "dulce", "ruidoso", son palabras no-connotativas que denotan propiedades simples. Para poder entender lo que significa "rojo", debemos haber visto algo rojo. Así, "rojo" demuestra la propiedad que representa.

Resumamos. La distinción entre *describir* y *ser aplicable a* es importante y es la base de la distinción tradicional entre connotación y denotación. Pero es un error suponer que todas las palabras o todos los nombres deben por igual describir y ser aplicables a algo. De aquí que debamos rechazar la definición de connotación que da Mill y el tratamiento tradicional de la intensidad, dado que ambos ofrecen explicaciones confusas de la distinción. Concluimos que: (1) algunos nombres no tienen connotación, por ejemplo: los símbolos demostrativos, los nombres lógicamente propios y los nombres de las cualidades simples; (2) hay diferentes clases de nombres, o de palabras, que tienen connotación, tales como los nombres propios ordinarios y las frases descriptivas; (3) algunos nombres no tienen denotación, como las frases descriptivas que no describen nada: "montaña de cristal", "centauro". En relación con la distinción entre dos clases de palabras connotativas, debe observarse que la connotación de las frases descriptivas determina la denotación, en tanto que la denotación de los nombres propios ordinarios determina la connotación restringida de éstos dentro del contexto en que se usan.

IV. LAS PROPOSICIONES Y SUS CONSTITUYENTES

"Sólo la proposición tiene sentido; sólo en el contexto de una proposición tiene significado un nombre"—WITTGENSTEIN

§ 1. *La proposición*

CUANDO intentamos analizar un ejemplo de pensamiento reflexivo —como los ejemplos que dimos en el capítulo I— encontramos que éste consiste en proposiciones de las que se afirma que son verdaderas o se supone que lo son, a partir de las cuales proposiciones se pueden inferir otras. Así, pues, la unidad del pensamiento lógico es la proposición. Ahora debemos definirla con precisión:

Una proposición es todo aquello de lo que se afirma o se niega, se duda o se supone.

No todas las oraciones expresan una proposición, sino sólo aquellas que expresan lo que es verdadero o lo que es falso.[1] Por ejemplo, Fedro, habiendo escuchado la plegaria de Sócrates a Pan, dice: "Déjame compartir también esa plegaria, pues los amigos poseen todas las cosas en común." La primera oración expresa una petición; la segunda —"pues los amigos poseen todas las cosas en común"— expresa una proposición. Fedro la afirma como verdadera, y, como lo muestra la conjunción "pues", la ofrece como una "justificación" de su petición. Para que una proposición pueda ser comunicada, debe ser expresada. La expresión de una proposición implica símbolos. Estos símbolos pueden ser, aunque no necesariamente, palabras. Ya hemos visto que las palabras son una clase especial de símbolos o signos peculiarmente adaptados para expresar aquello acerca de lo cual pensamos ordinariamente. La expresión verbal de una proposición es una oración. Aunque las palabras son símbolos, a veces hacemos una distinción entre las proposiciones expresadas en palabras y las pro-

[1] *Cf.* ARISTÓTELES, *De Interpretatione,* 17*a,* 1. "Sin embargo, no toda oración es una proposición; sólo aquellas proposiciones que contienen verdad o falsedad. De tal suerte, una plegaria es una oración, pero no es ni verdadera ni falsa." Resulta claro que las órdenes, las peticiones, las oraciones exclamativas y los suspiros expresivos no son proposiciones.

posiciones expresadas en símbolos. En ese caso, deberíamos usar el término "símbolo" en su significado de *símbolo no verbal* ideado de propósito para un fin especial. Ahora nos ocuparemos principalmente de las proposiciones expresadas en oraciones. Pero no queremos considerar la oración, sino la proposición. Así, κοινὰ γὰρ τὰ τῶν φιλῶν es una oración en griego que expresa la misma proposición que "pues los amigos poseen todas las cosas en común". Aquí nos interesa, no la diferencia de su expresión lingüística, sino la proposición que estas dos oraciones diferentes *significan.*[2]

Un proceso de pensamiento reflexivo, o un argumento, pueden ser analizados a través de sus elementos constituyentes, que son proposiciones. La propia proposición también puede ser analizada a través de sus constituyentes, que son aquello *acerca de* lo cual trata la proposición. Por ejemplo, la proposición *Oliver Twist pide más* trata acerca de *Oliver Twist, pide* y *más.* La proposición *El niño llora* trata acerca de *El niño* y *llora.* Los constituyentes de la proposisición fueron llamados tradicionalmente los *términos* de la proposición.

Hay, claramente, dos sentidos diferentes de "acerca de", que debemos distinguir. Si decimos: "Él hace una afirmación *acerca de* ese barco", podemos significar que él hace una afirmación en la que *ese barco* es un constituyente, o bien podemos significar que él hace una afirmación en la que *ese barco* es el sujeto. De tal suerte, si él afirma: "Veo ese barco", entonces *ese barco* es un constituyente de la proposición, la cual trata *acerca del* barco en el primer sentido de "acerca de". Si él afirma: "Ese barco es una balandra", entonces la proposición trata *acerca de* ese barco en el segundo sentido también. Los lógicos tradicionales supusieron que toda proposición contenía dos y sólo dos términos, conectados por el verbo *ser* (*es* o *son*). Estos términos fueron llamados *sujeto* y *predicado.* La proposición *Los amigos poseen todas las cosas en común* afirma una característica de las personas que son amigas. La proposición *Los amigos a veces discrepan* afirma otra característica diferente de las personas que son amigas. En ambas proposiciones, la palabra *amigos* es lo que tradicionalmente se conoce como el sujeto; lo que se afirma acerca de los *amigos* se conoce tradicionalmente como el predicado. Ninguna de estas proposiciones contiene el verbo "ser" ("es" o "son"). Consideremos la proposición simple *Este ruido es desagradable.* El análisis tadicional da: *Este ruido* — sujeto; *desagradable* — predicado; *es* — la cópula que conecta el sujeto y el predicado. Pero lo que se predica sobre *este ruido* es *el ser desagradable,* no *lo desagradable.* La forma indicativa del verbo "ser" —"es"— marca el aserto de la proposición como una unidad; no es un vínculo entre el sujeto y el predicado, sino que es ella misma una parte del predicado tal como éste es afirmado. Los lógicos tradicionales suponían que toda pro-

[2] En la conversación ordinaria, rara vez prestamos atención a las oraciones que escuchamos, sino que pasamos directamente a la proposición para cuya expresión sirve la oración.

posición era analizable en sujeto y predicado,[3] y debía por lo tanto ser expresada con la ayuda del verbo *ser*. Según ellos, una proposición como *las gaitas hacen un ruido horrendo* tendría que ser re-enunciada en la forma verbal: *Las gaitas son cosas que hacen un ruido horrendo,* a fin de poner de manifiesto la forma lógica: *sujeto - cópula - predicado.* Pero no puede sostenerse que toda proposición afirma una predicación, esto es, que atribuye una característica o atributo a un sujeto. Por ejemplo, *A los gatos les gusta el pescado, Bruto mató a Julio César, Juan le dio seis centavos al hombre,* afirman relaciones entre sujetos; no atribuyen una característica a un sujeto. No perdemos la relación al expresar la proposición *Bruto mató a Julio César,* por ejemplo, en la forma verbal "Bruto es un matador de Julio César". Semejante re-enunciación es tan lógicamente fútil como prácticamente absurda. La torpeza de la oración sugiere su incapacidad para expresar lo que la proposición significa. Cualquiera que lea este libro entiende la distinción expresada por la distinción gramatical entre los verbos transitivos y los intransitivos. Advertirá fácilmente que la relación que rige entre *blanco* y *este papel,* en la proposición *Este papel es blanco,* es muy diferente de la relación que rige entre Julio César y Bruto cuando éste mata a aquél. No se gana nada con la torpe re-enunciación antes mencionada. No hemos de negar que algunas veces resulta deseable re-enunciar una proposición en una forma verbal diferente a fin de exhibir su forma lógica. Pero en el caso que se considera, la forma lógica sólo queda oscurecida por la re-enunciación, la cual se suponía necesaria sólo porque se partía del supuesto de que todas las proposiciones tenían la *misma* forma lógica. Esto, sin embargo, es un error. Veremos que las proposiciones pueden tener cualquier número de constituyentes y que éstos pueden estar combinados de diversas maneras. La limitación tradicional a dos constituyentes (sujeto y predicado) y a un modo de combinación (predicación) era una simplificación indebida. El modo en que están combinados los constituyentes determina la forma lógica de la proposición. Por lo tanto, no hay *una* forma lógica que sea *la* forma de toda proposición. El suponer lo contrario fue uno de los errores más graves en que cayeron los lógicos tradicionales a causa de su confianza excesiva en el análisis aristotélico de las proposiciones. Más adelante nos ocuparemos de las consecuencias de este error.

§ 2. *Clases de proposiciones*

Las proposiciones están relacionadas, por una parte, con el pensante que las afirma, y, por otra, con los hechos que las hacen verdaderas o falsas. La relación que el pensante guarda con la proposición es la

[3] *Véase* JOSEPH, p. 161. Recomendamos el examen que hace Joseph de la *cópula* (en el capítulo VII de su *Introd.*) a quienes deseen un examen más amplio de la concepción tradicional.

relación de juzgar o de creer o de suponer o de dudar. Un acto de juzgar o de creer, etcétera, es un acontecimiento mental; es una ocurrencia que sucede en un momento determinado en la historia de la vida del pensante que juzga, cree, supone o duda que tal o cual cosa sea el caso. Un hecho no es un acontecimiento. No ocurre *en* cierto momento, aunque algunos hechos son hechos respecto de cierto momento particular. Es un hecho que Carlos I de Inglaterra fue derrotado en la batalla de Naseby. Éste es un hecho respecto de Carlos I y la batalla de Naseby. Si yo juzgo ahora que Carlos I fue derrotado en la batalla de Naseby, hay otro hecho, a saber, *que yo estoy juzgando ahora que Carlos I fue derrotado en la batalla de Naseby*. Si en alguna ocasión subsiguiente yo vuelvo a juzgar que Carlos I fue derrotado en la batalla de Naseby, hay otro hecho relacionado con otro momento posterior. No nos interesan aquí primordialmente el juzgar, el creer, etcétera, sino *lo que se juzga, se cree, etcétera,* es decir, las *proposiciones*. Aunque no es fácil definir un "hecho", vemos que no es difícil entender lo que significa "hecho". Tampoco intentaremos examinar qué se significa precisamente al decir que una proposición es verdadera o que una proposición es falsa. Toda persona sabe qué significa cuando dice que la proposición. *La Luna es más pequeña que la Tierra* es verdadera, y que la proposición *El Sol es más pequeño que la Tierra* es falsa. Si yo juzgo que el día de mañana será lluvioso, *y sí* lo es, entonces yo juzgué verdaderamente; si *no* es lluvioso, entonces juzgué falsamente. Lo que estoy juzgando en cada ocasión es que algo es el caso. Un hecho es algo que es el caso. Por ejemplo, es el caso que estas palabras están impresas en tinta negra; es decir, es un hecho que estas palabras están impresas en tinta negra. Este hecho es el que hace que la proposición *Estas palabras están impresas en tinta negra* sea verdadera, y también el que hace que la proposición *Estas palabras están impresas en tinta roja* sea falsa. Cuando yo juzgo verdaderamente, *lo* que juzgo es un hecho. Los hechos simplemente *son*; no son ni verdaderos ni falsos. Sólo las proposiciones pueden ser verdaderas o falsas, y su verdad o falsedad dependen de su relación con los hechos.[4]

El sentido común está acostumbrado a distinguir entre las *cosas* y las *propiedades y relaciones* que las cosas pueden tener. Por ejemplo, *esta mesa* es una cosa; tiene la propiedad de *ser café*; está colocada en cierta posición en cierta habitación en cierto momento, es decir, tiene relaciones espaciales y temporales con otras cosas. Asimismo, *Carlos I* es una cosa; tiene la propiedad de *ser un hombre desdichado*. Considerados como cosas, *Carlos I, esta mesa, la Torre de Londres, mi pluma,* son simples. *Que la Torre de Londres es admirada por los norteamericanos* es un hecho. *Que Carlos I es desafortunada* es un hecho. Es claro que estos hechos no son simples en el

[4] *Véase* G. E. Moore, *Facts and Propositions,* y *cf.* capítulo XIII, § 5 más adelante.

sentido en que las cosas del sentido común que hemos estado considerando son simples. Cada uno de estos hechos consta de dos o más constituyentes. El hecho de *que Carlos I fue desdichado* consta de dos constituyentes: una cosa (*Carlos I*)[5] y una propiedad (*ser desdichado*). *Que Carlos I se casó con Enriqueta María* es un hecho que consta de tres constituyentes: dos cosas (*Carlos I*) y (*Enriqueta María*) y una relación que las relaciona entre sí (*casamiento*). Hechos como éstos son hechos simples y las proposiciones que expresan estos hechos son proposiciones simples.

Dos o más proposiciones simples pueden ser combinadas para construir una sola proposición. Por ejemplo, *Carlos I se casó con Enriqueta María y los católicos se sintieron contentos* es una sola proposición construida mediante la combinación de dos proposiciones simples: *Carlos I se casó con Enriqueta María* y *Los católicos se sintieron contentos.* Una proposición simple construida mediante la combinación de proposiciones simples se llamará una proposición compuesta.[6] Tal proposición compuesta es una sola proposición, como lo demuestra el hecho de que si cualquiera de las dos proposiciones constituyentes conectadas por la conjunción copulativa *y* es falsa, la proposición es falsa, aun cuando la otra proposición sea verdadera. Por ejemplo, *Colón fue un gran marino y circunnavegó la Tierra* es falsa, si, como en realidad es el caso, la proposición constituyente *Circunnavegó la Tierra* es falsa, aunque la otra proposición, *Colón fue un gran marino,* sea verdadera. Hay diversas maneras diferentes en que las proposiciones simples pueden combinarse para construir proposiciones compuestas. Los ejemplos que hemos dado son de la clase más simple.

La primera distinción que hay que hacer, pues, entre diferentes clases de composiciones es la distinción entre proposiciones simples y proposiciones compuestas. Cada una de estas clases puede subdividirse a su vez.

(A) *PROPOSICIONES SIMPLES*

Hemos visto ya que hay razón para disentir de la concepción tradicional de que toda proposición consta de un sujeto y de un predi-

[5] "Carlos I" se emplea aquí como un nombre lógicamente propio, es decir, como representativo de algo que podríamos conocer directamente. No es necesario sostener que en algún sentido último *Carlos I* (o cualquiera de los otros ejemplos) es una cosa. Puede ser que nunca alcancemos las cosas absolutamente simples. Pero no nos interesan aquí los problemas del análisis último.

[6] Bertrand Russel, F. P. Ramsey y otros lógicos modernos usan el término "proposiciones atómicas" para las proposiciones simples de esta clase, y "proposiciones moleculares" para las proposiciones compuestas. Yo he utilizado la terminología del doctor J. M. Keynes y W. E. Johnson.

cado que se atribuye al sujeto. Ésta es sólo una de las diversas clases de proposiciones simples que debemos distinguir ahora.

La proposición más primitiva es la *proposición sin sujeto,* llamada a veces proposición exclamatoria, por ejemplo: *¡Fuego!,* a veces llamada proposición impersonal, por ejemplo: *llueve, truena.* Aunque *llueve* tiene un sujeto gramatical, puede dudarse que tenga un sujeto lógico. Podría pensarse que *¡Fuego!* tiene sujeto y no predicado. Pero esto sería un error. Tal proposición no tiene ni sujeto ni predicado. El análisis de las proposiciones sin sujeto es difícil y no lo examinaremos aquí.[7] Pero es importante tomarlos en cuenta como una forma primitiva de proposición.

Una proposición que afirma que una propiedad o un atributo pertenecen a algo, tiene la *forma de sujeto-predicado.* Por ejemplo, *Este papel es blanco, Mussolini es ambicioso, La pintura que ahora estáis viendo en la bóveda de la Capilla Sixtina es bella, Andrew Carnegie era muy rico.* El sujeto es aquello acerca de lo cual se predica un atributo, por ejemplo: *Mussolini* es el sujeto acerca del cual se predica *ser ambicioso.* El verbo "ser" en el modo indicativo ("es") expresa la afirmación del predicado del sujeto.

Una proposición que afirma una relación entre dos o más constituyentes será llamada *proposición relacional.* Hay diversas palabras de uso corriente que expresan relaciones, por ejemplo: verbos transitivos (*beber, amar, envidiar, lastimar,* etcétera); palabras que expresan igualdades y desigualdades en cualquier respecto (*mayor que, menor que, hace juego*); palabras que expresan semejanza y diferencia, que son clases especiales de igualdades y desigualdades; palabras que expresan grados (por ejemplo, *de calor*), etcétera. Las maneras como las diversas clases de relaciones así expresadas han de ser distinguidas y comparadas respecto a sus propiedades lógicas, las examinaremos más adelante.[8] Aquí basta con señalar los respectos más simples en que se debe distinguir entre las proposiciones relacionales y las que no son relacionales.

Un verbo transitivo expresa una relación entre el sujeto gramatical y el objeto gramatical del verbo, es decir, entre dos nombres, o pronombres, o sus equivalentes. Por ejemplo, "Bruto mató a César", "El juez condenó al prisionero", "El bufón remedó al rey". La distinción gramatical entre el sujeto y el objeto expresa la dirección de la relación señalada por el verbo transitivo. Por tanto, "Bruto mató a César" no es sólo una *oración* diferente de "César mató a Bruto", sino que expresa una proposición diferente y por lo tanto corresponde a un hecho diferente. Estas dos proposiciones podrían ser ambas verdaderas sólo si Bruto y César fueran como los gatos de Kilkenny y se destruyeran mutuamente. La diferencia entre ellas es expresada en

[7] Para un examen más amplio, *véase* W. E. J., parte 1ª, capítulo II. *Cf.* BRENTANO, *Origin of the Knowledge of Right and Wrong, Appendix;* SIGWART, *Logic,* capítulo II, 11; BOSANQUET, *Logic,* libro I, capítulo V.

[8] *Véanse* capítulos VII, § 5 y X, § 2.

inglés [*y en español*—N. del T.] por el orden de las palabras que forman la oración; en latín es expresada por una inflexión que muestra cuál nombre está en el caso acusativo y es, en consecuencia, el objeto del verbo, por ejemplo: "Brutus Cæsarem occidit". En la proposición expresada por "Bruto mató a César", o expresada por "Brutus Cæsarem occidit", la relación de *matar* va *de* Bruto *a* César. La dirección en que va una relación se llama el *sentido* de la relación. Los dos términos entre los cuales rige la relación, pueden ser llamados los *sujetos* de la relación. La distinción gramatical entre sujeto y objeto es importante sólo en la medida en que expresa el sentido de la relación expresada por el verbo. La proposición *César fue matado por Bruto* es equivalente a la proposición *Bruto mató a César*, aun cuando no es la *misma* proposición. La diferencia entre la voz activa y la voz pasiva de un verbo transitivo es la forma gramatical que corresponde al cambio de la dirección, o sentido, de la relación. Los términos de cualquier proposición relacional pueden intercambiarse, siempre y cuando se invierta la dirección de la relación.

Una proposición relacional puede contener cualquier número de términos. Aquellas que coordinan dos, tres o cuatro términos ocurren con frecuencia en la conversación ordinaria. Por ejemplo, "El profesor enseña el sexto curso de latín", "La reina le dio mantequilla al rey", "Él me debe cinco pesos por un reloj", "Los puntos A y C están separados por los puntos *B* y *D*". Las dos primeras de estas proposiciones contienen, cada una, tres términos; la tercera y la cuarta contienen, cada una, cuatro términos. Debe observarse que en cada caso la relación no podría regir entre menos términos que los que se dan. Por ejemplo, la relación de *deber* requiere un deudor, un acreedor, la deuda y aquello por lo cual se incurre en la deuda; la relación de *enseñar* requiere el maestro, el alumno y la materia enseñada; y así sucesivamente. Al decir que la relación "requiere" cierto número de términos, queremos decir que el sentido de la relación no puede quedar completo sin este número de términos, o sujetos, que entran en la relación. Por ejemplo, "Otelo ama" está incompleta; hace falta otro término, relacionado con Otelo por la relación de *ser amado por* él, para que la relación tenga un *sentido*.

Se ha encontrado que es conveniente usar nombres especiales para distinguir las proposiciones relacionales según el número de términos envueltos.

Así, las relaciones entre dos términos se llaman relaciones *diádicas* o *duales*; las relaciones de tres términos se llaman *triádicas*; las de cuatro términos, *tetrádicas*; las de cinco, *pentádicas*; y así sucesivamente. Las relaciones que envuelven más de cinco términos se llaman usualmente relaciones *poliádicas* o, a veces, *múltiples*. En este libro no nos ocuparemos de las relaciones poliádicas. Ellas son muy importantes en las matemáticas y en la metafísica, pero la técnica lógica necesaria para tratarlas es difícil y no es posible examinarla en forma elemental. Pero es importante advertir que hay relaciones que en-

vuelven muchos términos y que estas relaciones no pueden reducirse a relaciones que envuelvan menos términos.

Proposiciones tales como *Sócrates es un filósofo, Mussolini es un italiano, Este perro es un fox-terrier,* son diferentes de cualesquiera de las proposiciones que hemos considerado hasta ahora. Estas proposiciones afirman que algo es miembro de una clase dada, o, como decimos a veces, que pertenece a una clase. Así, se dice de *Sócrates* que es un miembro de la clase de *los filósofos.* De *este perro* se dice que es un miembro de la clase de *los fox-terriers.* Es importante distinguir estas proposiciones de las proposiciones tales como *Todos los atenienses son griegos, Algunos perros son fox-terriers.* Aunque tienen formas lógicas fundamentalmente diferentes, con frecuencia se las ha confundido. [9] La distinción entre estas dos formas fue enunciada por vez primera por un lógico alemán, Frege, hacia el año de 1879, y poco después, de manera independiente, por un lógico italiano, Peano. Las proposiciones de la forma *Sócrates es un filósofo* no han recibido un nombre distintivo y generalmente aceptado. Será conveniente llamarlas *proposiciones de pertenencia a una clase,* para distinguirlas de las proposiciones de la forma *Todos los atenienses son griegos, Algunos perros son fox-terriers.* También debe distinguírselas de las proposiciones de la forma *Sócrates es sabio,* es decir, de las proposiciones de *sujeto-predicado.* [10]

Hasta ahora sólo hemos considerado proposiciones afirmativas. Obviamente, cualquier proposición puede ser negada. Por ejemplo, *Baldwin es honrado* es negada por *Baldwin no es honrado.* La noción de negación expresada por "no" es difícil de analizar, pero es perfectamente conocida. Todos entendemos lo que significa la negación de la proposición *Baldwin es honrado.* La palabra "no" ha sido frecuentemente utilizada en las páginas anteriores de este libro y no ha presentado hasta ahora ninguna dificultad al lector. Por lo tanto, daremos a "no" por entendida. [11]

(*B*) *PROPOSICIONES COMPUESTAS*

Existen dos divisiones principales de proposiciones compuestas. W. E. Johnson ha introducido una conveniente terminología para distinguir estas divisiones y sus varias subdivisiones, terminología que adoptaremos aquí. [12] Por razones de brevedad y claridad, usaremos

[9] *Cf.* capítulo III, p. 48.

[10] En el capítulo IX ampliaremos el examen de la distinción entre estas tres formas de proposiciones.

[11] Para un examen adicional de *no,* véase p. 224 más adelante.

[12] Véase W. E. J., parte 1ª, capítulo III. *Cf.* sus artículos sobre "The Logical Calculus" en *Mind,* 1892. No sólo he adoptado la terminología de Johnson, sino que todo aquello que es importante en mi tratamiento de las proposiciones compuestas lo debo a sus trabajos sobre el tema.

ahora las letras *p, q* y *r* para representar proposiciones. Así, en lugar de escribir una proposición simple, por ejemplo: *Guillermo se casó con María,* o *Este perro es afectuoso,* escribiremos *p.* O sea, que "*p*" representará cualquier proposición simple que elijamos afirmar; "*q*" y "*r*" representarán cualesquiera *otras* proposiciones simples. Entonces, "*no-p*" representará la negación de "*p*". Con frecuencia juzgaremos conveniente escribir "*p̄*" en lugar de "*no-p*".

La conjunción lógica más simple es "*y*".[13] Por medio de "y" combinamos una proposición con otra. Así, "*p y q*" es una proposición compuesta constituida mediante la combinación de dos proposiciones simples *p* y *q*. Es importante advertir que en la última oración hemos usado la palabra "y" en dos sentidos diferentes. En "*p y q*" usamos "y" como una conjunción lógica; su función es la de combinar *p* con *q* para construir una proposición simple. En la frase "construida mediante la combinación de dos proposiciones simples *p* y *q*", la palabra "y" expresa una enumeración de dos proposiciones. Éste es el uso de "y" que ocurre en "Pedro y Pablo". Mr. Johnson llama a este uso el *y* enumerativo. Por ahora nos ocuparemos únicamente del uso de "y" para combinar dos o más proposiciones en una sola proposición. Éste es el uso *conjuntivo.* Una proposición compuesta en que las proposiciones simples son combinadas por el *y* conjuntivo se llama proposición *conjuntiva,* por ejemplo: "*p y q*" y "*p y q y r*".

Hay otras tres conjunciones lógicas que tienen importancia para la construcción de proposiciones compuestas mediante la combinación de proposiciones simples, a saber: *Si . . . entonces . . .*, *O . . . o bien . . .*, *No ambas . . . y . . .* Las proposiciones combinadas de estas tres conjunciones se llaman proposiciones *combinadas* (*composite,* en inglés). Estos diferentes modos de combinación son importantes y han recibido nombres distintivos. Se muestran en la siguiente tabla, en que las proposiciones simples que se han de combinar son *p, q.*

TABLA I.—PROPOSICIONES COMBINADAS

Proposición	*Nombre de la proposición*
Si *p,* entonces *q.*	Implicativa.
O bien *p* o bien *q.*	Alternativa.
No ambas *p* y *q.*	Disyuntiva.[14]

[13] "El modo fundamental de combinar proposiciones lógicamente está representado por la conjunción 'y' . . . La relación que expresa 'y' es simplemente la más vacía de todas las relaciones. Expresa tan sólo la unión de dos proposiciones en un sistema, sin ninguna otra subordinación o conexión definible que la que indica el hecho de que se hallan frente a frente en uno y el mismo sistema" (W. E. J., *loc. cit.*).

[14] El nombre "proposición disyuntiva" fue utilizado anteriormente para las proposiciones de la forma alternativa. Es claro que no es aplicable a esta forma —que afirma una *alternación,* no una *disyunción*— de proposiciones. Los lógicos tradicionales no reconocieron las proposiciones propia-

Los nombres de estas formas se explican por sí mismos. Una proposición implicativa es una proposición combinada en la que una de las proposiciones constituyentes *implica* a la otra. La proposición *p* implica a la proposición *q*, si *q* se deriva de *p*. [15] En la forma "*Si p, entonces q*", *p* se llama el *implicando* y *q* el *implicado*. [16] Dos o más proposiciones simples pueden combinarse para formar un implicando compuesto, por ejemplo: *Si sigue haciendo buen tiempo y a ellos les gusta el lugar, entonces se quedarán más de quince días*. Los componentes de la proposición alternativa se llaman los *alternandos*. Puede haber cualquier número de alternandos. Los componentes de la proposición *disyuntiva* se llaman *disyuntandos*. Puede haber cualquier número de disyuntandos.

Las formas combinadas de proposiciones fueron tratadas por los lógicos tradicionales de una manera totalmente confusa. Éstos no lograron hacer ninguna distinción clara entre las proposiciones simples y las compuestas. Las distinciones que ellos reconocieron parecen haber estado basadas en consideraciones gramaticales o en ciertas consideraciones metafísicas. Así, a todas las proposiciones expresadas por oraciones que contienen sólo un verbo las llamaron *simples*, por ejemplo: "Sócrates es sabio", "Todos los hombres son mortales". Estas proposiciones eran contrastadas con las proposiciones expresadas por oraciones que contienen más de un verbo, a las que llamaron *complejas*. Sólo se reconocían dos clases de proposiciones complejas, puesto que las proposiciones conjuntivas y la forma disyuntiva de las que hemos llamado proposiciones combinadas eran totalmente ignoradas. Estas dos clases fueron llamadas "hipotética" o "condicional", y "disyuntiva". Este último fue el nombre que dieron los lógicos tradicionales a las proposiciones que nosotros hemos llamado "implicativas". Algunas veces se empleó la palabra "condicional" para ambas clases de proposiciones complejas, pero con más frecuencia se la usó como sinónimo de hipotética. Ejemplos de proposiciones hipotéticas son: *Si A es B, C es D. Si el trigo es escaso, es caro.* [17] La distinción que los lógicos tradicionales recalcaron fue la distinción entre las proposiciones *categóricas* y las *condicionales* (incluidas las "hipotéticas" y las "disyuntivas"). Una proposición categórica es aquella que se afirma absoluta e incondicionalmente, es decir, sin referencia a ninguna otra proposición. Joseph define una proposición categórica como aquella que "mera-

mente disyuntivas. La señorita E. E. C. Jones sugirió el nombre "alternativas" (*Elements of Logic*, p. 115), y este nombre fue adoptado por J. M. Keynes en su *Formal Logic* (véase parte 2ª, capítulo x).

[15] La palabra "implica" ha sido empleada en varios sentidos en la lógica moderna. En el capítulo xii se hallará un examen de las diferentes interpretaciones de *implica*. En este capítulo se utilizará en el sentido indicado arriba.

[16] Estos términos se deben a W. E. Johnson. Debe notarse que, en inglés, el plural de *implicans* es *implicants*.

[17] Este ejemplo lo da Joseph, *Introd.*, p. 182.

mente afirma o niega un predicado de un sujeto".[18] Joseph da como ejemplos "los perros ladran", "los muertos no hablan". Define una proposición hipotética como aquella que "conecta un consecuente con una condición, sin implicar, sin embargo, que ésta sea necesariamente cumplida".[19] La condición, o *cláusula de si condicional*, era llamada el antecedente; la *cláusula de entonces* era llamada el consecuente. Estos nombres fueron elegidos en forma desafortunada, pero su uso está tan arraigado entre los lógicos tradicionales que es aconsejable familiarizarse con ellos. La palabra "hipotética" sugiere una suposición o una duda. Esto ha llevado a algunos lógicos a sostener que la proposición hipotética expresa esencialmente "la duda humana". Pero la proposición *Si continúa la sequía, la cosecha será mala* no expresa duda; establece una relación incondicional entre *la continuación de la sequía* y *la maldad (la pérdida) de la cosecha*. Es decir, que la proposición hipotética o implicativa afirma una relación de *implicación* entre dos proposiciones de las cuales cualquiera, o ninguna, o ambas pueden dudarse, suponerse o creerse.[20]

La clasificación tradicional de las proposiciones en *categóricas, hipotéticas* y *disyuntivas*, confunde: (1) la distinción entre las proposiciones simples y las compuestas; (2) la distinción entre las proposiciones de sujeto-predicado y las proposiciones generales. Ahora debemos examinar esta última distinción.[21]

(C) PROPOSICIONES GENERALES

En el capítulo III vimos que la relación de un individuo con la clase de la cual es miembro, es muy diferente de la relación de una clase con otra clase que la incluye, por ejemplo: la relación de *Napoleón* con *los franceses*, por una parte, y la relación de *los franceses* con *los europeos*, por otra parte. Las proposiciones de la primera clase, por ejemplo: *Napoleón es francés*, las hemos llamado proposiciones de pertenencia a una clase. Las proposiciones de la segunda clase, por ejemplo: *Los franceses son europeos*, las llamaremos proposiciones *generales*. Provisionalmente definiremos las proposiciones generales como proposiciones que afirman que una clase está totalmente (o parcialmente) incluida en (o excluida de) otra clase. Una proposición general, por lo tanto, hace una afirmación acerca de *todos*

[18] Puesto que Joseph, al igual que los lógicos tradicionales, consideraba que las proposiciones incondicionales atribuían un predicado a un sujeto, incluyó en esta categoría todas las formas de lo que llamamos "proposiciones simples" así como las que llamamos "proposiciones generales".

[19] *Loc. cit.*

[20] Véase KEYNES, *F. L.*, § 174. *Cf.* p. 132, más adelante.

[21] El tratamiento que da Joseph a las proposiciones hipotéticas constituye un buen ejemplo de las confusiones en que incurren los lógicos tradicionales en su clasificación de las formas de las proposiciones (*véase op. cit.*, capítulo VIII). *Cf.* también BOSANQUET, *Logic*, libro I, capítulo I.

o acerca de *algunos* miembros de una clase. Si usamos los símbolos X y Y para representar dos clases diferentes, estas dos clases de proposición pueden ser expresadas en las formas: *Todas las Xs son Ys, Algunas Xs son Ys,* por ejemplo, o sea, *Todos los cuadrados son rectángulos, Algunos alemanes son poetas.* No resulta difícil ver que ninguna de estas proposiciones es una proposición simple. La proposición *Todos los cuadrados son rectángulos* afirma que si cualquier cosa tiene la propiedad de *ser un cuadrado,* tiene también la propiedad de *ser un rectángulo.* Lo que se afirma es una conexión entre dos propiedades o características. Estas características se consideran aparte de las cosas particulares que las poseen. Por lo que a esto se refiere, debemos contrastar una proposición general con una proposición de sujeto-predicado. Cuando afirmamos que *Sócrates es sabio,* estamos afirmando una característica, *ser sabio,* de un individuo particular, *Sócrates.* La característica *ser sabio* no existe aislada de determinado individuo que la posee. Pero podemos afirmar la proposición *Todo aquel que es sabio es digno de confianza,* sin considerar si en realidad existe un individuo que sea sabio. Esta proposición puede expresarse de manera muy conveniente en la forma *Si alguien es sabio, es digno de confianza.* Una proposición general es, entonces, una proposición implicativa. Pero el implicando y el implicado no son proposiciones simples. *Cualquiera es sabio* no es en modo alguno una proposición; es una articulación de palabras que nos permite mostrar que la proposición general *Todos aquellos que son sabios son dignos de confianza* asevera una relación entre características, consideradas aisladamente de los individuos que puedan poseerlas. De ordinario no consideraríamos verdadera la proposición *Todos aquellos que son sabios son dignos de confianza,* no sería usualmente considerada verdadera a menos que existieran individuos que fueran a la vez sabios y dignos de confianza, es decir, a menos que *alguna* proposición tal como *Sócrates es sabio* fuera verdadera. De aquí que, en relación con las proposiciones generales, las proposiciones simples sean elementales. Las combinaciones de proposiciones simples también son elementales.

Podemos, en consecuencia, agrupar todas las proposiciones que hemos considerado en las subsecciones (A) y (B) como *elementales* en contraste con las proposiciones generales que son *no-elementales.* El análisis de estas últimas es más difícil que el análisis de las proposiciones elementales, y debemos posponerlo hasta el capítulo IX. Por ahora basta con señalar que la distinción es importante.

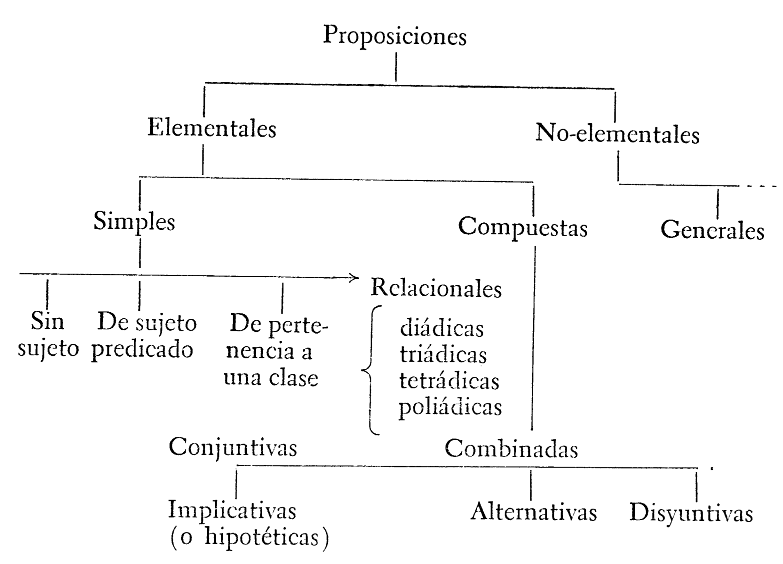
§ 3. *El cuadro tradicional de proposiciones*

En este párrafo nos ocuparemos de la clasificación de las proposiciones, que debemos a Aristóteles y que constituye el cuadro tradicional. Esta clasificación es totalmente insatisfactoria puesto que se

basa en un análisis incompleto.[22] Algunas clases de proposiciones se ignoran del todo, otras se confunden. Sería ventajoso poder omitir la consideración de estos defectos; pero no es posible. La teoría tradicional del silogismo se basa en la clasificación tradicional de las proposiciones y no es comprensible sin referencia a ésta. Por lo tanto, la explicaremos aquí.

Hemos visto que el tratamiento tradicional de las proposiciones compuestas era insuficiente. El cuadro se limita a aquellas proposiciones que los lógicos tradicionales agrupaban bajo el nombre de "categóricas". Éstas incluían tanto a las proposiciones simples como a las generales. Los lógicos vieron que, para ciertos fines, las proposiciones como *Sócrates es sabio* y las proposiciones como *Sócrates es griego*, deben ser distinguidas de las proposiciones como *Todos los hombres sabios son dignos de confianza*. En consecuencia, agruparon las dos primeras clases como *proposiciones singulares*, dado que el sujeto es un solo individuo, mientras que a las de la última clase las llamaron proposiciones *universales*. Puesto que *Todos los hombres*

TABLA II.—CLASES DE PROPOSICIONES



Esta tabla da las varias clases de proposiciones que hemos distinguido. Hay un número infinito de diferentes formas de proposiciones, de suerte que ninguna Tabla de Clases de proposiciones puede ser completa.

[22] En el capítulo IX expondremos las razones por las que pensamos que esta clasificación es absurda.

sabios son dignos de confianza afirma una relación entre clases, y puesto que los lógicos sostenían que había sólo *una clase* de proposiciones, concluyeron que *toda* proposición podría ser considerada como afirmativa de una relación entre clases. En consecuencia, reconocieron cuatro, y sólo cuatro, clases de proposiciones. Éstas son las cuatro proposiciones que constituyen el cuadro tradicional.

El cuadro se deriva así:

Suponiendo que X e Y ilustran cualesquiera dos clases diferentes, entonces la relación (i) de inclusión en, (ii) de exclusión de, puede regir entre X e Y. Hay también una distinción según como se haga una afirmación: acerca de la totalidad de la clase, o sea acerca de *todas las* Xs, o acerca de una parte de la clase, o sea acerca de *algunas de las* Xs. Esta distinción produce proposiciones de las formas:

(1) *Todas las Xs—Ys.*

(2) *Algunas Xs—Ys.*

Se considera que estas proposiciones difieren en *cantidad.* "Todas" y "Algunas" son llamados *signos de cantidad,* puesto que muestran si estamos haciendo una afirmación acerca de la totalidad de la clase o acerca de una parte de la clase. Obviamente hay una relación lógica entre *totalidad* y *todas* y entre *una parte* y *algunas.* Los lógicos tradicionales no investigaron cuál es exactamente esta relación, así que no la examinaremos aquí. La proposición *Todas las Xs son Ys* hace una afirmación acerca de la clase X generalmente, o, como se dice a veces, *universalmente.* De aquí que las proposiciones de esta forma sean llamadas *proposiciones universales.* La proposición *Algunas Xs son Ys* hace una afirmación acerca de una parte de la clase X y, por lo tanto, es llamada una *proposición particular.*[23]

Si consideramos ahora la relación entre X e Y desde el punto de vista de la *exclusión de* o la *inclusión en,* obtenemos la pareja contrastada de proposiciones:

(*a*) X es excluida de Y.
(*b*) X es incluida en Y.

Es usual expresar la relación de "excluido de" mediante "no incluido en", y escribir "X es Y" por "X está incluida en Y", y "X no es Y" en lugar de "X no está incluida en Y".

Ahora podemos obtener las combinaciones (*a*) con (1), (*a*) con (2), (*b*) con (1) y (*b*) con (2), a saber:

(*a*) con (1) Todas las Xs no son Ys.
(*b*) con (1) Todas las Xs son Ys.
(*a*) con (2) Algunas Xs no son Ys.
(*b*) con (2) Algunas Xs son Ys.

[23] Esta terminología es sumamente inadecuada, puesto que las palabras "universal" y "particular" se requieren en la lógica para un propósito muy diferente. Pero estos términos se han empleado en relación con esto durante tanto tiempo, que han quedado establecidos en el vocabulario filosófico.

Existe una ambigüedad en el idioma inglés en el uso de la expresión "All Xs are not Ys" ("Todas las Xs no son Ys"), pues "All... not" ("Todas... no") se interpreta generalmente como "not all" ("no todas"), que equivale a "Some... not" ("Algunas... no"). Por ejemplo, "All that glisters is not gold" (literalmente traducido "Todo lo que brilla no es oro") no se interpreta en el sentido de que el oro no brilla, sino que algunas cosas que brillan no son oro (es decir, "No todo lo que brilla es oro", en buena traducción). Por lo tanto, cuando la afirmación se hace acerca de la clase entera, se acostumbra escribir "No" ("Ninguna") en lugar de "All... not" ("Todas... no"). Así, "All Xs are not Ys" ("Todas las Xs no son Ys") se expresa "No Xs are Ys" ("Ninguna X es Y").

Se dice que las proposiciones "Todas las Xs son Ys" y "Ninguna X es Y" difieren en *calidad.* No hay justificación para el uso de la palabra "calidad" en este caso, aunque tal uso tiene una larga y complicada derivación histórica. Será provechoso definir el sentido en que se usa aquí la palabra "calidad". *La calidad de una proposición* depende de que la proposición sea afirmativa o negativa. Una proposición afirmativa es una que asevera la relación de inclusión entre las clases. Una proposición negativa es una que asevera la relación de exclusión entre las clases.

El cuadro tradicional de proposiciones se deriva, pues, del hecho de que podemos aseverar, acerca de la clase X, que ésta está total o parcialmente incluida en o excluida de la clase Y. Esta clasificación puede resumirse en la siguiente tabla, en que las proposiciones han sido escritas en orden canónico:

TABLA III.—CUADRO TRADICIONAL

A. Toda X es Y.	Universal afirmativa.
E. Ninguna X es Y.	Universal negativa.
I. Alguna X es Y.	Particular afirmativa.
O. Alguna X no es Y.	Particular negativa.

Esta división cuádruple se basa claramente en las dos distinciones de *cantidad* y *calidad* en el sentido en que han sido definidas estas palabras.

Las vocales A, E, I, O [24] prefijadas en la tabla de arriba, han sido utilizadas convenientemente para denotar proposiciones de la forma que se da en cada caso en la misma línea. Así, una proposición A es de la forma: "Toda X es Y", por ejemplo: "Todos los hombres sabios son dignos de confianza", y así sucesivamente.

El signo de cantidad "algunas" se interpreta como "algunas cuando menos, pueden ser todas". En el lenguaje ordinario usamos generalmente, aunque no siempre, la palabra "algunos" para significar

[24] Las vocales A, E, I, O se derivan de las dos primeras vocales en *affirmo* y de las vocales en *nego*; y constituyen un simbolismo taquigráfico conveniente.

"solamente algunos", es decir, "algunos, pero no todos", por ejemplo: "Algunos hombres son necios". Pero si "algunos" significa "solamente algunos", entonces "Algunas X*s* son Y*s*" significará "Algunas X*s* son Y*s*, pero algunas no lo son". Esta proposición es inconsecuente con la afirmativa universal "Toda X es Y", y es equivalente a la afirmación conjunta de las proposiciones afirmativa particular y negativa particular. Por lo tanto, las proposiciones particulares I y O siempre serían, según esta interpretación de "algunos", afirmadas juntas. Tal interpretación es inconveniente. Necesitamos algún signo de cantidad que nos permita afirmar que "Alguna X es Y", dejando pendiente la cuestión de si *todas* lo son; y afirmar que "Alguna X no es Y", dejando pendiente la cuestión de si *ninguna* lo es. Si queremos afirmar tanto que *algunas lo son* cuanto que *algunas no lo son*, podemos hacerlo afirmando la proposición conjuntiva "Alguna X es Y y alguna X no es Y". Es deseable, en consecuencia, dar la mínima interpretación a "algunos". Por ejemplo, podríamos decir: "Algunos casos de cáncer son curables con un tratamiento de radio", sin determinar si todos los casos son o no curables de tal modo. Interpretamos "algunos", pues, de tal manera que sea consecuente con *todos* pero que no excluya *ninguno*.

§ 4. *Distribución de los términos en las proposiciones* A, E, *I*, O

Puesto que en el cuadro tradicional el sujeto —y el predicado— de toda proposición era considerado como una clase, la primera distinción que debía reconocerse era si la referencia se hacía, en cada caso, a la totalidad o a una parte de la clase. Si la referencia se hace a la totalidad de la clase, el sujeto —o el predicado— se considera *distribuido*. Si la referencia se hace a una parte de la clase, el sujeto —o el predicado— se considera *indistribuido*.

Resulta claro que el *sujeto* de las proposiciones universales está distribuido, puesto que una proposición universal *significa* una proposición cuyo sujeto se refiere a la totalidad de la clase. Al decir "Todos los eruditos son pedantes", es claro que estamos diciendo algo acerca de *todos* los miembros de la clase de *los eruditos*. Asimismo, en la proposición "Ningún espartano es poeta", nos estamos refiriendo a *todos* los miembros de la clase de *los espartanos*. No es menos obvio que el *sujeto* de las proposiciones particulares está indistribuido, puesto que esto es, una vez más, lo que *significamos* al decir que la proposición particular trata acerca de *algunos* de la clase. Así, "Algunos pecadores no son penitentes" se refiere a *algunos miembros* de la clase de *los pecadores*.

El predicado de las proposiciones negativas está distribuido. Al excluir a *todos los espartanos* de la clase de *los poetas*, necesariamente excluimos de la clase de *los poetas* a todos los miembros de la clase de *los espartanos*. Al excluir a *algunos pecadores* de la clase de *los penitentes*, excluimos a los segundos de los primeros. El predicado

de las proposiciones afirmativas está indistribuido. Al incluir a *todos los eruditos* entre aquellos que son pedantes, nos referimos a *algunos* que son pedantes. Podría ser cierto que *todo* el que es pedante es un erudito, pero la proposición "*Todos los eruditos son pedantes*" no afirma esto, sino que es consecuente con la proposición "*Algunos pedantes no son eruditos*". De manera similar, "*Algunas obras de arte son bellas*" se refiere a aquellos miembros de la clase de *las cosas bellas* que también son obras de arte; no se refiere a todas las cosas bellas, aun cuando el caso fuera en realidad que todas ellas fueran obras de arte.

Podemos resumir el esquema de distribución en proposiciones A, E, I, O de la siguiente manera:

A. El sujeto está *distribuido*, el predicado *indistribuido.*
E. El sujeto está *distribuido*, el predicado *distribuido.*
I. El sujeto está *indistribuido*, el predicado *indistribuido.*
O. El sujeto está *indistribuido*, el predicado *distribuido.*

Será conveniente recordar la siguiente regla:

Los *sujetos* están distribuidos en las proposiciones universales.

Los *predicados* están distribuidos en las proposiciones negativas.

Puesto que los lógicos tradicionales suponían que toda proposición era de la misma forma lógica, consecuentemente juzgaban que el sujeto de toda proposición podía considerarse lo mismo distribuido que indistribuido. De aquí que se presentara una dificultad en relación con la proposición *singular* de la forma *Sócrates es sabio.* Parece obvio que es un disparate preguntar: "¿Cuál es la distribución del sujeto, *Sócrates,* en esta proposición?", puesto que la distribución parece ser aplicable sólo a las clases. Sin embargo, consecuentemente con su posición fundamental, estos lógicos tenían que pensar de distinta manera. Por lo tanto, decidieron que el sujeto de las proposiciones singulares debe considerarse *distribuido.* Joseph enuncia la posición en los siguientes términos: "Se dice que un término está *distribuido* cuando se le utiliza en referencia a su extensión total, o a todo lo que puede denotar. [25] Ahora bien, el sujeto de un juicio singular denota sólo un individuo, y el juicio se refiere a eso; el sujeto de un juicio universal es general y puede denotar cualquier número de individuos, pero dado que el juicio es universal, se aplica

[25] En una nota a propósito de esta exposición, Joseph se refiere a la distinción que había advertido previamente "entre la relación de un concepto genérico con los conceptos más específicos incluidos en él, y la relación de lo universal con lo individual". Pero dice a continuación que "no siempre es necesario tener en cuenta esta distinción", de modo que la distribución puede aplicarse tanto a los sujetos singulares como a los sujetos de las proposiciones universales. En consecuencia, Joseph revela que no ha logrado comprender en modo alguno la diferencia en la forma lógica de estas dos proposiciones. (Debe observarse que Joseph emplea la palabra "juicio" donde yo he usado "proposición".)

a todos ellos. Por lo tanto, tanto en los juicios singulares como en los universales se hace referencia a todo lo que el sujeto puede denotar, o, en otras palabras, el sujeto está distribuido y, al considerar la distribución de los términos en un juicio, podemos jerarquizar lo singular con lo universal". [26]

Ciertamente, si se concede una vez que el sujeto de una proposición singular cae dentro de la noción de distribución, debemos admitir que no puede considerársele indistribuido. La dificultad aquí muestra claramente que la proposición singular y la proposición A del esquema tradicional son de *formas diferentes.* El no reconocer esto produjo la noción totalmente confusa de la distribución, derivada de un análisis insuficiente de las formas proposicionales. [27]

§ 5. *Clases de términos*

Puesto que los términos son los constituyentes de las proposiciones, el problema de qué *clases de términos* hay es el problema de qué *clases de constituyentes* pueden constituir una proposición. Pero las distinciones que han sido reconocidas tradicionalmente entre las clases de términos —y que se repiten en cada texto de lógica— revelan una doble confusión: (1) la confusión entre las diferentes clases de proposiciones, y (2) la confusión entre los *términos* y los *nombres.* La primera confusión la hemos advertido ya. Puesto que se suponía que ninguna proposición contenía más de dos términos —sujeto y predicado— y que éstos estaban conectados siempre en la misma forma, o sea, por la cópula, la distinción entre las clases de términos se resolvía distinguiendo entre *clases de sujetos* y *clases de predicados.* A esto se añadía algunas veces el problema de si había algunos términos que sólo podían ser sujetos y algunos que sólo podían ser predicados.

La segunda confusión condujo al agrupamiento conjunto de las distinciones que tenían que ver primordialmente con las *palabras* y las distinciones que tenían que ver primordialmente con los *términos.* Las "clases de términos" que distinguían los lógicos tradicionales están enumeradas en la siguiente lista: (1) Singulares y Generales, (2) Connotativos y no-Connotativos, (3) Abstractos y Concretos, (4) Absolutos y Relativos, (5) Positivos, Negativos y Privativos, (6)

[26] JOSEPH, *Introd.*, p. 216.

[27] La diferencia entre la proposición A y la proposición singular fue reconocida hasta cierto punto, según lo muestra la cita de Joseph. Pero estos lógicos no comprendieron que la diferencia tenía una importancia fundamental; de aquí que Joseph pueda decir que "no siempre es necesario tener en cuenta esta distinción". Es claro que, para ellos, la distinción era primordialmente una distinción *metafísica,* a saber, que el "sujeto singular" era una *sustancia,* en tanto que el sujeto de la proposición A no lo era. En consecuencia, no lograron ver que la diferencia es de *forma lógica* (*véase* capítulo IX, p. 180, más adelante).

Unívocos y Equívocos.[28] De estas distinciones, la primera, la segunda, la tercera y la sexta se refieren a las distinciones entre *nombres*, la cuarta y la quinta eran concebidas cuando menos como distinciones entre *términos*, pero tal como se las trata tradicionalmente tienen que ver primordialmente con las distinciones entre los nombres. La sexta distinción se basa en una pura confusión que ya tratamos en el capítulo II.

No es provechoso exponer las distinciones tradicionales sólo para criticarlas, y es lícito confiar en que ya ha llegado el momento en que incluso un texto elemental de lógica puede ignorar algunas de las futilidades del tratamiento tradicional. Nos ocuparemos, por lo tanto, del examen de aquellas distinciones que son importantes, sin hacer referencia adicional a las discusiones tradicionales.[29]

Es importante que sepamos con claridad, desde un principio, si nuestro interés radica en los términos o en los nombres. Los términos son constituyentes de las proposiciones; los nombres son *palabras*, es decir, los nombres son constituyentes de las oraciones que expresan proposiciones. Debemos empezar por obtener una concepción más clara de lo que se entiende por los constituyentes de una proposición.[30]

En una proposición podemos distinguir entre los *constituyentes* y *la forma*. Esta distinción es fácil de ver, pero difícil de definir. El método más simple consiste en empezar por la consideración de algunos ejemplos de proposiciones que tienen la misma forma o los mismos constituyentes.

Considérese el conjunto de proposiciones:

A {
(1) Mussolini es ambicioso.
(2) Baldwin es mortal.
(3) Voltaire es ingenioso.
(4) León XIII es viejo.

Es obvio que todas estas cuatro proposiciones son de la misma forma. Pero no hay dos que tengan los mismos constituyentes. Comúnmente se diría que tratan *acerca de* diferentes asuntos.

Considérese ahora el conjunto de proposiciones:

[28] *Véase* MILL, libro I, capítulo II.

[29] Quienes deseen familiarizarse con el tratamiento tradicional hallarán un examen amplio de estas distinciones en MILL (*loc. cit.*) y en JOSEPH, capítulo II y VI. *Véase* también KEYNES, parte 1ª, capítulo I. La distinción entre "términos Absolutos y Relativos", según la establecen los lógicos tradicionales, no tiene ningún valor.

[30] *Véase* BERTRAND RUSSELL, *Our Knowledge of the External World*, capítulo II.

B
- (1) Carlos I fue desdichado.
- (2) Carlos I se casó con Enriqueta María.
- (3) Carlos I empeñó su palabra con Strafford.
- (4) Carlos I era un rey.

Estas cuatro proposiciones tienen un constituyente común, a saber, *Carlos I*, pero son de diferentes formas. Reconocimos esto cuando distinguimos las proposiciones de sujeto-predicado (ejemplo 1), las proposiciones *relacionales* (ejemplos 2 y 3) y las proposiciones de pertenencia a una clase (ejemplo 4).

Considérese ahora el conjunto de proposiciones:

C
- (1) Otelo amaba a Desdémona.
- (2) Casio amaba a Desdémona.
- (3) Casio amaba a Yago.
- (4) Casio odiaba a Yago.

Estas cuatro proposiciones se obtienen reemplazando uno a uno los constituyentes de la primera proposición. La forma de todas ellas es la misma. Vemos —para citar a Russell— que "la forma permanece inalterada a lo largo de la serie, pero todos los constituyentes se alteran. Así, pues, la forma no es otro constituyente, sino la manera en que se juntan."[31]

Las diferentes clases de proposiciones son, pues, diferentes *clases de formas proposicionales*. Es posible seleccionar cualesquiera ejemplos para ilustrar las formas, puesto que podemos variar los constituyentes dejando la forma inalterada. En tanto lógicos, no deseamos saber si "Ningún espartano es poeta" expresa una creencia por parte de alguien; sólo nos interesa *la forma de lo que se expresa. Ningún espartano es poeta* es igual, en la forma, que *Ningún santo es papa*, pero sus constituyentes difieren. Esta distinción entre *forma* y *constituyentes* ha sido expresada tradicionalmente como una distinción entre *forma* y *materia*. Los lógicos, sin embargo, no enunciaron claramente la distinción porque no llevaron el análisis lo suficientemente lejos. Consideraron que la distinción entre *Toda S es P* y *Ninguna S es P* es tan fundamental como la distinción entre *Toda S es P* y *Alguna S es P*. Más adelante veremos que esto es un error.[32]

Ahora tenemos que preguntar si existen diferentes *clases de constituyentes*. Éste es el problema de si hay términos *que pueden ocurrir sólo de una manera en una proposición*. La manera como pueden ocurrir los términos determina la forma de la proposición.

La distinción más fundamental entre los términos es la distinción

[31] *Op. cit.*, p. 43.

[32] Véase el capítulo IX, § 1. Se recordará que los lógicos tradicionales trataron estas proposiciones generales (*Toda S es P*) como si fuesen *simples*.

entre los constituyentes *particulares* y los *universales.*[33] Los lógicos contemporáneos no están de acuerdo respecto de la naturaleza de esta distinción. El problema es demasiado difícil para que lo examinemos aquí. Enunciaremos dogmáticamente una concepción que es plausible, pero debe recordarse que otras concepciones son posibles.[34]

En una proposición siempre hay un elemento que combina a los otros elementos, en los cuales puede ser analizada, en una unidad. Así, *ama,* en *Casio ama a Desdémona,* combina los dos sujetos; de manera similar, *dio,* en *Tomás dio su cuchillo a Juan,* combina los tres sujetos en la unidad de la proposición. Este elemento combinativo es un *universal,* en tanto que los sujetos, o individuos así relacionados, son *particulares.* Los constituyentes particulares y los universales tienen diferentes funciones que desempeñar en la proposición. Por ejemplo, en *Casio está triste,* el sujeto *Casio* podría ser reemplazado por cualquier otro individuo y aún tendríamos una proposición significativa, aunque diferente. Pero *Casio, Yago* o *Tomás, Juan, cuchillo* no son proposiciones. Para que haya una proposición debe haber un constituyente que *no pueda* ser reemplazado por un individuo. Tal constituyente es un universal. Los constituyentes pueden ser todos universales, como en *El engreimiento es diferente de la vanidad,* pero aun en semejante caso *un* constituyente desempeña la función de combinar los otros constituyentes en una unidad.[35] De tal suerte, en toda proposición hay un constituyente cuya función es la de combinar los otros constituyentes. Un particular puede combinarse, pero no puede desempeñar la función de combinar. Las dos clases de constituyentes pueden definirse, por lo tanto, de la siguiente manera:

Un *particular* es un constituyente que puede ocurrir en una proposición sólo como ocurre un individuo.

Un *universal* es un constituyente que puede ocurrir en una proposición de tal modo que combina los otros constituyentes en una unidad.

La forma de una proposición está determinada primordialmente por la forma del constituyente combinativo, de suerte que habrá tantas clases de formas proposicionales como clases de constituyentes universales haya. Los universales pueden ser propiedades o relaciones simples que envuelvan dos o más términos. Russell ha sugerido que un predicado, por ejemplo: *es blanco,* puede considerarse como una *relación monádica,* es decir, una relación que envuelve sólo un tér-

[33] Este uso de "particular" y "universal" debe distinguirse cuidadosamente del uso tradicional en el cuadro A, E, I, O.

[34] La concepción adoptada aquí es la de Russell. Véase también CHADWICK, *Mind,* N. S. 141; para una concepción opuesta, véase F. P. RAMSEY, "Universals", en *Mind,* N. S., 136.

[35] Chadwick da a tal constituyente el nombre de "el universal principal" Algunas veces resulta conveniente usar la palabra "componente" para un constituyente universal.

mino. Existen, sin embargo, buenas razones para distinguir los *predicados* de las *relaciones*.

De las distinciones tradicionales relativas a los *nombres*, o *palabras*, la más importante es la distinción entre los nombres *generales* y los *singulares*.[36] Al intentar determinar las características lógicas de un nombre, es importante prestar atención a la manera como se usa en una expresión dada. La distinción gramatical entre palabras plurales y singulares está íntimamente ligada con la distinción que vamos a examinar a continuación.

Un nombre general es una palabra (o conjunto de palabras) usada de tal modo, que podría ser aplicada significativamente a un conjunto de objetos, cada uno de los cuales posea ciertas características, cuya posesión determina la aplicabilidad del nombre, por ejemplo: "hombres", "hada", "dios".

Un nombre singular es una palabra (o conjunto de palabras) usada de tal modo que se refiere a un solo sujeto, por ejemplo: "este hombre", "la ciudad", "mi hijo mayor", "Goethe", "Hermes".

Cualquier nombre que pueda ser usado significativamente en plural, o prefijado con *un, cualquiera, todos, algunos*, o con cualquier prefijo numeral, es un nombre general. Los nombres generales son, como tales, connotativos, puesto que representan un conjunto de características que pueden o no pertenecer a algo, pero que, si pertenecen a un objeto, podrían pertenecer a más de un objeto. El nombre general "hada" no es aplicable a nada, puesto que ningún objeto posee las características connotadas por "hada", pero podría haber muchos de esos objetos. "Político honrado" podría ser aplicable a más de un objeto, aun si en realidad es aplicable a uno solo o a ninguno. Pero "este político honrado" sólo podría aplicarse a un objeto, indicado demostrativamente por "este". La significación de "este" restringe la aplicación a un solo objeto.

Hay dos clases de nombres singulares, a saber, *nombres propios* y aquellos nombres que describen de modo único a un objeto atribuyéndole una característica o un conjunto de características exclusivas, por ejemplo: "el actual papa". Estos últimos son llamados *nombres descriptivos de modo único*. Se asemejan a los nombres generales en cuanto son connotativos, pero se diferencian de ellos en cuanto que los nombres generales son aplicables, significantemente, a más de un objeto. Los nombres propios ordinarios contienen un elemento descriptivo, pero se les debe distinguir de los nombres descriptivos de modo único puesto que éstos derivan su significación de su connotación, en tanto que un nombre propio ordinario deriva su significación del objeto nombrado. Debido a que los nombres propios ordinarios contienen un elemento descriptivo, los nombres de las personas famosas pueden usarse en la figura del lenguaje que se conoce como antonomasia, por ejemplo: "un Nerón", "un Bismarck", "un

[36] Los lógicos tradicionales emplearon "nombre" muy ampliamente, de modo que fuera sinónimo de "palabra".

Daniel viene a juicio", etcétera. Éstas son frases descriptivas abreviadas cuya significación se debe a las propiedades comúnmente atribuidas a la persona nombrada. Los símbolos demostrativos son, como tales, singulares, puesto que son no-connotativos.

Es preciso distinguir los nombres colectivos de los no-colectivos. Un nombre es *colectivo* cuando se refiere a un conjunto de objetos considerados como una unidad, por ejemplo: "multitud", "sociedad", "los Alpes". Un nombre que no se usa así es *no-colectivo*. Los nombres colectivos pueden ser singulares o generales; por ejemplo, "la biblioteca de Londres" es un nombre singular colectivo, y "público" es un nombre general colectivo. Puede hacerse una distinción adicional entre el *uso colectivo* y *el uso distributivo* de las palabras. En el uso de frases como "todos juntos" hay una referencia a una *totalidad* o a *un conjunto considerado como una unidad*. La palabra "todos" se usa con mayor frecuencia distributivamente y significa "cada uno". Un nombre colectivo singular puede ser un nombre propio ordinario, por ejemplo: "Los Alpes", o un nombre descriptivo de modo único por ejemplo. "La congregación aquí presente." Estos nombres son *colectivos* porque se refieren a un grupo como una unidad; son descriptivos de modo único porque se refieren a ese grupo a través de alguna característica que le pertenece sólo a él.

Todo nombre debe ser o connotativo o no-connotativo, y o general o singular; si es singular, debe ser o propio o descriptivo de modo único.

§ 6. *El universo del discurso y las proposiciones existenciales*

Se ha sostenido comúnmente que todo nombre connotativo debe denotar. Nadie supone que nombres descriptivos tales como "Zeus", "Polonio", "Utopía", "centauro", "hada" sean aplicables a algo en el mundo real o verdadero, pero se ha sostenido que tienen aplicasión en alguna esfera o "universo" que debe distinguirse del "universo real". De aquí surgió la concepción de "un universo del discurso". Esta frase fue introducida en la lógica por De Morgan y George Boole.[37] El primero de ellos la explica así: "Si recordamos que en muchas proposiciones, quizá en la mayoría de ellas, la extensión que abarca el pensamiento es mucho más reducida que el universo entero, así llamado comúnmente, empezamos a descubrir que toda la extensión que abarca un tema de discusión es, para el propósito de la discusión, lo que yo he llamado un *universo*, es decir, una extensión de ideas que es expresada o comprendida como contentiva de todo el asunto que se discute." De Morgan se interesaba sólo por el problema de la extensión de la significación de los términos puramente negativos como "no-negro", "no-moral", y se proponía res-

[37] De Morgan, *Formal Logic*, pp. 41, 55; Boole, *Laws of Thought*, p. 166.

tringir su aplicación a una extensión limitada por la significación de los nombres positivos correspondientes. Pero, lamentablemente, la frase "universo del discurso" ha sido interpretada en tal forma que sugiere que hay varios *universos* diferentes cuyos habitantes tienen diferentes modos de ser, por ejemplo: el universo de la naturaleza física, el universo de la mitología griega, el universo de los dramas de Shakespeare. Sobre la base de este supuesto se sostiene que *Zeus, Utopía, el rey de Utopía,* tienen ser o *existen* en sus respectivos universos no-reales. Este supuesto es absurdo e innecesario. Ha parecido necesario sólo porque las proposiciones en las que *Zeus,* por ejemplo, parecía ser un constituyente, fueron analizadas incorrectamente. Aquí basta con señalar que no existe ninguna conexión esencial entre la connotación y la denotación que una palabra connotativa deba denotar. Como ya hemos visto, la significación de una frase descriptiva es independiente de su aplicación. Si reconocemos que "Zeus" y "Aquiles" son frases descriptivas, entonces podemos decir significativamente que "Zeus existe" o que "Aquiles se recluyó malhumorado en su tienda", sin suponer que hay un *objeto irreal* que existe en un universo de la poesía épica griega. Si "Zeus" fuese un nombre propio ordinario, entonces "Zeus" debería denotar un individuo; pero "Zeus" es una frase descriptiva abreviada cuya significación ha sido determinada por los poetas griegos. Si decimos, entonces, que "Zeus era celoso", o bien nos estamos refiriendo elípticamente a las descripciones que dan los poetas griegos, o bien estamos aseverando lo que es falso puesto que no hay ningún dios llamado Zeus. Al ser enunciada cabalmente, la referencia a un contexto se haría explícita, y diríamos: "Los griegos creían que había un dios, Zeus, y que éste era celoso". Ésta es una afirmación acerca de las creencias de hombres reales, y es verdadera si esos hombres realmente abrigaron esas creencias.

Las proposiciones como *Zeus existe, Hay gatos azules, Hay un Gran Lama,* son proposiciones que afirman existencia. Pueden ser llamadas proposiciones afirmativamente existenciales. Las proposiciones como *No hay Diablo, Homero no existe,* son negativamente existenciales. Las proposiciones existenciales afirmativas son verdaderas si, y sólo si, la frase descriptiva es aplicable a un individuo que existe en el mundo real. No hay otro modo de existencia. Las proposiciones existenciales negativas son verdaderas si no hay ningún individuo en el mundo real al que sea aplicable la frase descriptiva. Esto es puro sentido común. No es necesario, a estas alturas, que nos detengamos a considerar por qué alguien debiera haberse tomado el trabajo de inventar la concepción de un universo del discurso distinto en todo sentido del de un contexto dado o gama de significación. [38]

[38] *Véase,* más adelante, capítulo IX, § 4.

V. LA PROPOSICIÓN COMPUESTA Y LAS RELACIONES ENTRE LAS PROPOSICIONES

"¡Voto al diablo! Nunca me habían aporreado tanto las palabras." —El rey Juan

§ 1. *Las siete relaciones entre las proposiciones y la figura de la oposición*

Sean p y q cualesquiera dos proposiciones. Hay siete posibles relaciones lógicas que pueden regir entre ellas en cuanto a la inferibilidad de una respecto de la otra. La forma más conveniente consiste en considerarlas desde el punto de vista de lo que se conoce respecto de la verdad o falsedad de q, dada la verdad o falsedad de p. Se dirá que p implica a q si, dado que p es verdadera, podemos saber que q es verdadera. En este caso q *se deriva de* p.[1] La relación *se deriva de* es una relación con la que todos estamos familiarizados. Se usa comúnmente en la conversación ordinaria, como cuando una persona le dice a otra: "Pero, ¿no ve usted que tal conclusión *se deriva de* lo que usted ya ha admitido como verdadero?" Semejante declaración afirma claramente que no podemos aceptar una proposición dada y, ello no obstante, rehusarnos a aceptar lo que se deriva de ella. Así, pues, cuando q se deriva de p, podemos inferir a q siempre y cuando sepamos que p es verdadera. También puede suponerse que sabemos lo que significa decir que p *es incompatible con* q. Una proposición es incompatible con otra si no pueden ser verdaderas estando juntas, pero las proposiciones pueden ser compatibles sin que estén tan relacionadas que sea posible inferir la una de la otra o inferir de la verdad o falsedad de la una que la otra es verdadera o falsa. La relación de *mera compatibilidad* no le interesa a nadie excepto a un lógico. La proposición *La costa de Cornualles es accidentada* es compatible con la proposición *No hay culebras en Irlanda*, y ambas son compatibles con la proposición *El ángulo en un semicírculo es un ángulo recto*. Pero esta mera compatibilidad no nos interesa porque *de ella no se*

[1] *Véase* el capítulo IV, p. 61, y *cf.* capítulo XII. § 1.

deriva nada más, puesto que el conocimiento de la verdad o falsedad de una de estas proposiciones no nos permite inferir la verdad o falsedad de las otras. Así, pues, la relación de mera compatibilidad no puede utilizarse como una base de inferencia. Dos proposiciones relacionadas por la relación de mera compatibilidad se consideran lógicamente independientes.

(1) La primera relación, pues, que puede regir entre *p* y *q* es la relación de independencia. Dos proposiciones que versan acerca de lo que ordinariamente se llamaría el mismo asunto, pueden ser independientes. Por ejemplo, *No todos los dioses de los griegos eran heroicos* y *Algunos dioses de los griegos eran tanto heroicos como benévolos*. Ambas proposiciones pueden ser verdaderas, o ambas falsas, o una verdadera y la otra falsa. Es esta independencia de la verdad o la falsedad de la otra proposición lo que se significa cuando se dice que una proposición es lógicamente independiente de otra.

(2) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *p* es verdadera, *q* es verdadera, y si *q* es verdadera, *p* es verdadera. Se desprende de ello que si cualquiera de ellas es falsa, la otra es falsa. Ésta es la relación que rige cuando *p* implica a *q* y *q* implica a *p*. En este caso, se dice que *p* y *q* son proposiciones *equivalentes*. W. E. Johnson ha introducido el nombre, útil por cierto, de "co-implicante" para esta relación, de modo que se dice que *p* es *co-implicante* de *q* cuando éstas son equivalentes en el sentido que hemos definido.

(3) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *p* es verdadera, *q* es verdadera, pero *q* puede ser verdadera aunque *p* sea falsa. En este caso, se considera que *p* es *superalterna* de *q*. Johnson ha acuñado el nombre más conveniente de *superimplicante*.

(4) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *q* es verdadera, *p* es verdadera; pero *p* puede ser verdadera aunque *q* sea falsa. En este caso, *p* se considera *subalterna* de *q*. El nombre, más conveniente, que da Johnson es el de *subimplicante*. La relación de subimplicación es la inversa de la relación de superimplicación, o sea, que si *p* es superimplicante de *q*, entonces *q* es subimplicante de *p*.

(5) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *p* es falsa, *q* es verdadera, y si *q* es falsa, *p* es verdadera, si bien ambas pueden ser verdaderas. El caso excluido es el de la falsedad de ambas *p* y *q*. En este caso se considera que *p* y *q* son *subcontrarias*, y la relación que rige entre ellas se llama *subcontrariedad*.

(6) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *p* es verdadera, *q* es falsa, y si *q* es verdadera, *p* es falsa, si bien ambas pueden ser falsas. El caso excluido es el de la verdad de ambas

p y *q*. En este caso, *p* y *q* se consideran *contrarias*, y la relación entre ellas se llama *contrariedad*.

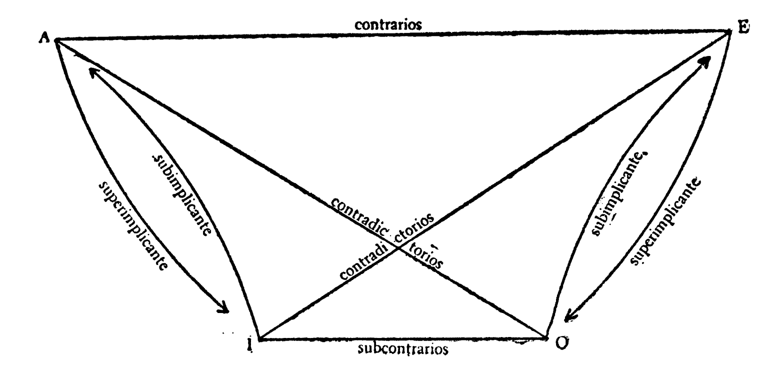
(7) Las proposiciones *p* y *q* pueden estar relacionadas de tal suerte que si *p* es verdadera, *q* es falsa, y si *p* es falsa, *q* es verdadera. No pueden, por lo tanto, ser ambas verdaderas o ambas falsas, sino que una debe ser verdadera y la otra falsa. En este caso, las proposiciones *p* y *q* se consideran *contradictorias*, y la relación entre ellas se llama *contradicción*.

Estas relaciones entre *p* y *q* pueden resumirse convenientemente en la siguiente tabla, en que "*p* es verdadera" está representada por "*p*", y "*p* es falsa" por "$\bar{p}$" (lo mismo en el caso de *q*).

TABLA IV

Relación	*Dada*	*infiérese*	*Dada*	*infiérese*
p es independiente de *q*	*p*	*q* desconocida	$\bar{p}$	*q* desconocida
p es equivalente a *q*	*p*	*q*	$\bar{p}$	$\bar{q}$
p es superimplicante a *q*	*p*	*q*	$\bar{p}$	$\bar{q}$
p es subimplicante a *q*	*p*	*q* desconocida	$\bar{p}$	$\bar{q}$
p es subcontraria a *q*	*p*	*q* desconocida	$\bar{p}$	*q*
p es contraria a *q*	*p*	$\bar{q}$	$\bar{p}$	*q* desconocida
p es contradictoria de *q*	*p*	$\bar{q}$	$\bar{p}$	*q*

Puesto que los lógicos tradicionales limitaron su atención al esquema cuádruple, se dieron por satisfechos con el reconocimiento de sólo cuatro relaciones, y, en consecuencia, no lograron distinguir entre la superimplicación y la subimplicación. Enunciaron las cuatro relaciones en la forma de un *Cuadro de Oposición*. La palabra "Oposición" se emplea aquí en un sentido técnico en el que puede decirse que proposiciones compatibles son opuestas. En este sentido, "Oposición" debe ser definida de la siguiente manera: Se considera que dos proposiciones son opuestas si difieren en cantidad, o en calidad o en ambas. Las que difieren en calidad, pero no en cantidad, son *contrarias* (si la cantidad es universal), *subcontrarias* (si la cantidad es particular). Las que difieren en cantidad, pero no en calidad, son subalternas. Es tarea fácil elaborar el cuadro para las proposiciones tradicionales A E I O, tomando las diagonales del cuadrado como vinculadoras de proposiciones contradictorias, a saber, A y O, E e I respectivamente. Representaremos aquí las oposiciones tradicionales con una figura asimétrica, puesto que la simetría de un cuadrado no es adecuada para representar relaciones asimétricas.



En esta figura nos limitamos al esquema tradicional A E I O. La figura representa las relaciones que rigen entre una proposición de una de estas formas y las otras tres. Si ahora consideramos la figura de la oposición desde el punto de vista de lo que puede inferirse respecto a la verdad o falsedad de estas proposiciones, dado que una de ellas sea verdadera, obtenemos la relación que resume la siguiente tabla:

Dada	*puede inferirse*		
A verdadera	E falsa	I verdadera	O falsa
E verdadera	A falsa	I falsa	O verdadera
I verdadera	A desconocida	E falsa	O desconocida
O verdadera	A falsa	E desconocida	I desconocida
A falsa	E desconocida	I desconocida	O verdadera
E falsa	A desconocida	I verdadera	O desconocida
I falsa	A falsa	E verdadera	O verdadera
O falsa	A verdadera	E falsa	I verdadera

Las proposiciones singulares de la forma *Sócrates es sabio* no pueden considerarse, propiamente, entre las que caen dentro de la figura de la oposición. Vimos ya que los lógicos tradicionales trataron tales proposiciones como universales, es decir, como proposiciones A. Pero es imposible satisfacer las *definiciones* tradicionales de "contraria" y "subalterna" encontrando proposiciones contrarias y subalternas a *Sócrates es sabio*. Claramente, la contradictoria es *Sócrates no es sabio*. Keynes sugiere, como una contraria, *Sócrates no tiene una pizca de sensatez.*[2] Es obvio que estas dos proposiciones no pueden ser ambas

[2] F. L., 83. Quienes deseen un tratamiento más amplio del *Cuadro de Oposición*, tradicional, lo hallarán convenientemente expuesto por Keynes

verdaderas, y ambas podrían ser falsas, de modo que son contrarias de acuerdo con nuestra definición, pero no concuerdan con la forma tradicional. Además, debemos reconocer que, en la interpretación de estas proposiciones, la *sabiduría* es una cuestión de grado, de modo que estas oposiciones no pueden ser tratadas formalmente. Y tampoco es la *sabiduría* una característica de una entidad simple, *Sócrates*. Son sus acciones, o sus juicios, los que son sabios. Decir que un hombre que raras veces no ha obrado sabiamente no es sabio, es forzar el lenguaje. Tales consideraciones sugieren que los tecnicismos de la figura de la oposición son indebidamente artificiales y restringidos, de modo que no pueden extenderse con provecho más allá de las formas que trata el esquema tradicional. La doctrina tradicional de la oposición es limitada, ciertamente, en dos maneras: (1) está reducida a las cuatro formas A, E, I, O, con las relaciones definidas en términos de cantidad y calidad; (2) es interpretada de tal modo que sólo sea aplicable a las proposiciones que tienen los mismos constituyentes, es decir, los mismos términos de sujeto y los mismos términos de predicado, pero que difieren en la forma (es decir, en cantidad, en calidad o en ambas). Las relaciones, tal como las hemos definido, no están restringidas así. En el ulterior examen de estas relaciones, recibirán la interpretación más amplia.

Toda proposición, sea simple o compuesta, tiene su contradictoria, a saber, aquella proposición que no puede ser verdadera si la proposición dada es verdadera, y que debe ser verdadera si la proposición dada es falsa. Así, pues, contradecir una proposición equivale a negar que sea verdadera. Hay varias maneras en que puede expresarse la contradictoria de una proposición, pero todas ellas serán equivalentes en el sentido en que hemos definido *equivalencia*. Es importante advertir que la aseveración de *p* niega la aseveración de *no-p*, y viceversa. No hay un punto medio entre estas dos aseveraciones. Pero la aseveración de la contraria de una proposición dada no es una simple negación de la proposición original, puesto que ambas proposiciones pueden ser falsas. Es decir, que las proposiciones contrarias admiten un punto medio. Si podemos establecer que *Ninguna S es P* es verdadera, ciertamente hemos mostrado que *Toda S es P* es falsa; pero *Toda S es P* podría ser falsa aunque *Ninguna S es P* no fuera verdadera. Esto puede ilustrarse fácilmente haciendo referencia a la figura de la oposición, puesto que ambas *Alguna S es P* y *Alguna S no es P* pueden ser verdaderas, caso en el cual ni *Ninguna S es P* ni *Toda S es P* son verdaderas. Enunciado así, esto es, como cuestión de hecho psicológico, evidente en sí mismo. Con todo, no es infrecuente que se cometan errores cuyo resultado es la sustitución de la contraria de una proposición por la contradictoria. Y tampoco resulta siempre fácil expresar concisamente la contradictoria de una proposición complicada. Mientras nos apeguemos a las formas canónicas, no es pro-

(*F. L.*, parte 2ª, capítulo III). En una sección subsecuente de este capítulo nos ocuparemos de la oposición de las proposiciones compuestas.

bable que cometamos errores. Pero el estudio de las proposiciones contradictorias sería poco útil si estuviera limitado a la figura de la oposición. Más adelante nos ocuparemos de la contradicción de las proposiciones compuestas. Probablemente sea útil dar aquí algunos ejemplos de afirmaciones ordinarias con sus contradictorias y contrarias respectivas. Debe observarse que, en tanto que las contradictorias de una proposición siempre son equivalentes, puede haber varias contrarias no equivalentes, puesto que las contrarias admiten un punto medio.

Ejemplos

(1) *Proposición original*: Ese vestido es azul.
Contradictoria: Ese vestido no es azul.
Contraria: Ese vestido es verde; ese vestido es gris, etcétera.

(2) *Proposición original*: Carlos I siempre fue derrotado en combate.
Contradictoria: Carlos I no siempre fue derrotado en combate.
Contrarias: Carlos I nunca fue derrotado en combate.
Carlos I siempre tuvo un éxito abrumador en los combates, etcétera.

(3) *Proposición original*: Sólo los ex soldados son elegibles para el puesto.
Contradictoria: Algunos que no son ex soldados son elegibles para el puesto.
Contrarias: Ningún ex soldado es elegible para el puesto, etcétera.

(4) *Proposición original*: Todo lo que Edith Sitwell escribe es lúcido.
Contradictoria: No todo lo que Edith Sitwell escribe es lúcido.
Contrarias: Todo lo que Edith Sitwell escribe es oscuro.
Todo lo que Edith Sitwell escribe es tanto oscuro como ilegible, etcétera.

(5) *Proposición original*: Galsworthy es un escritor de primer orden.
Contradictoria: Galsworthy no es un escritor de primer orden.
Contrarias: Galdsworthy es un escritor de quinto orden.
Galdsworthy es un escritor capaz, pero no de primer orden, etcétera.

En estos ejemplos, es obvio que las expresiones que se emplean no dejan de ser ambiguas. Por ejemplo, la noción de "primer orden",

tal como se le aplica a un escritor, es esencialmente ambigua, pues su significado depende del criterio que se utilice; es, además, una noción vaga. También lo son las concepciones de "lucidez", "oscuridad", "éxito en los combates", etcétera. Una fuente constante de falacias, en la conversación ordinaria, radica en la ambigüedad y falta de claridad de las palabras que usamos. No pocas disputas son resultado del hecho de que nuestras palabras tienen el filo mellado. No siempre podemos saber con seguridad si la proposición que nos interesa sostener *contradice* la afirmación de nuestro contrincante, o sólo es incompatible con ella. Si las dos afirmaciones son contradictorias, al confutar la de nuestro contrincante establecemos la nuestra. Pero si son *contrarias*, la confutación de su afirmación no significa que la nuestra quede establecida. Suponer otra cosa sería incurrir en una falacia que, cuando es formalmente enunciada, parece inexcusable. Nada, excepto el buen sentido original y el hábito de tratar de determinar qué es *precisamente* lo que afirmamos, nos puede permitir evitar esta fuente de falacias. Ser preciso, como ya hemos visto, es evitar la vaguedad. Pero, puesto que todo lenguaje está infectado de vaguedad, una buena precisión es alcanzable sólo mediante el uso de símbolos no-verbales exactamente definidos. Ello no obstante, la doctrina formal de la contradicción no está desligada del todo de la discusión ordinaria. Se ha dicho con razón que nunca comprendemos claramente *lo* que estamos afirmando hasta que vemos también qué es *exactamente* lo que estamos *negando*.

§ 2. * *Inferencias inmediatas de las proposiciones* A, *E*, *I*, O [3]

Dada cualquier proposición, otras proposiciones se derivan de ella. Así, de cualquier proposición dada pueden inferirse otras proposiciones. De una proposición inferida de una sola proposición, se dice que es una proposición *inferida inmediatamente*. Ciertas formas de inferencia inmediata son tradicionalmente reconocidas; otras han sido añadidas por los lógicos modernos (Keynes, por ejemplo) que han extendido el tratamiento tradicional. Daremos un breve resumen de las formas que ahora se reconocen comúnmente.[4] En la inferencia de una proposición a partir de otra, es obvio que la proposición inferida no debe afirmar nada que no esté implicado en la proposición dada, aunque sí es legítimo afirmar menos. Ésta es una aplicación especial de un obvio principio de método: *No hay que ir más*

[3] Los párrafos (en este capítulo y en el capítulo VII) marcados con un asterisco han sido insertados para beneficio de los estudiantes que se preparan para los exámenes universitarios. La utilidad de estas secciones se limita a tales lectores.

[4] Todo libro de texto elemental de lógica ofrece un tratamiento amplio de estas inferencias inmediatas. El mejor tratamiento se encuentra en la *Formal Logic* de KEYNES.

allá de la evidencia. Por lo tanto, si un término se nos da indistribuido, no podemos inferir una proposición en la que ese término esté distribuido. Pero si un término se nos da distribuido, sí podemos inferir una proposición en la que ese término esté indistribuido. En tales casos, la proposición dada será superimplicante de la proposición inferida.

Usando la terminología tradicional, este principio puede enunciarse como una regla que debe ser observada en todas las inferencias inmediatas: *Ningún término puede estar distribuido en una proposición inferida, a menos que esté distribuido en la proposición original.*

Al enunciar estas inferencias inmediatas, usaremos *S* y *P* para simbolizar el sujeto y el predicado, respectivamente, de la proposición original dada. En la proposición inferida, *lo mismo S* que *P* será intercambiado, o la contradictoria de *S* o de *P* será sustituida por *S* o por *P* o por ambas; o se harán *ambos* cambios. Por lo tanto, suponemos que, dada una proposición que hace una afirmación acerca de *S* y *P*, podemos inferir una proposición que haga una afirmación acerca de sus contradictorias. La contradictoria del término *S* es *no-S* (por ejemplo, de *azul, no-azul*) y la contradictoria de *P* es *no-P*.

Las siguientes inferencias inmediatas son reconocidas:

(1) *Conversión*. Por la conversa de una proposición ordinariamente significamos otra proposición en la que los términos han sido intercambiados. Por ejemplo, *Todos los triángulos isósceles tienen sus ángulos de base iguales* y *Todos los triángulos que tienen sus ángulos de base iguales son isósceles*. Pero la segunda proposición no es una inferencia inmediata de la primera, puesto que viola las reglas de la distribución que hemos expuesto. Es preciso recordar, por lo tanto, que aquí nos ocupamos ahora en un sentido de "conversión" más estrecho que el usual.

Conversión puede definirse como una forma de inferencia inmediata en la que, a partir de una proposición dada, se infiere otra que tiene como sujeto el predicado de la proposición dada.

De *Ningún espartano es poeta*, podemos inferir *Ningún poeta es espartano*. En ambas proposiciones, ambos términos están distribuidos; se advierte fácilmente que las proposiciones son equivalentes.

De *Algunos conservadores son librecambistas*, podemos inferir *Algunos librecambistas son conservadores*. En ambas proposiciones, ambos términos están indistribuidos; se advierte fácilmente que las proposiciones son equivalentes.

De *Todos los chovinistas son militaristas*, podemos inferir *Algunos militaristas son chovinistas*. En la proposición dada, el sujeto está distribuido y el predicado indistribuido. En la proposición inferida, el sujeto, que es el predicado de la proposición original, está indistribuido. Por lo tanto, las proposiciones no son equivalentes. Se advierte fácilmente que la proposición original es superimplicante a su *conversa*, o sea, a la proposición inferida de ella por conversión.

De la proposición *Algunos papas no son santos,* no podemos inferir ninguna proposición que tenga a *papas* como predicado y a *santos* como sujeto, pues la proposición inferida sería de la forma O, y por lo tanto el predicado estaría distribuido. Pero *papas* fue dado indistribuido.

En los dos primeros ejemplos, la proposición inferida es equivalente a la original. En el tercer ejemplo, la proposición inferida no es equivalente. Cuando una proposición inferida es subimplicante a la proposición original, se dice que la inferencia es *deprimida* y que la proposición inferida está *debilitada.* Éste es siempre el caso cuando una proposición particular es inferida de una universal. [5]

Podemos resumir estas inferencias en una forma conveniente usando símbolos. Usaremos el símbolo "≡" entre las dos proposiciones cuando son equivalentes; y el símbolo "→" para indicar que la proposición inferida está debilitada.

ESQUEMA DE CONVERSIÓN

Proposición original		*Conversa*	
A. Todo S es P	→	Algún *P* es *S.*	*I.*
E. Ningún S es P	≡	Ningún *P* es *S.*	*E.*
I. Algún S es P	≡	Algún P es S.	I.
O. Algún S es P		Ningún	

Se observará que en cada caso la conversa es de la misma calidad que la proposición original. La conversa de E y de I se llama *conversa simple*; la de A *conversa per accidens.*

(2) *Anversión.* Afirmar que *S es P* equivale a negar que *S es no-P.* Por ejemplo, negar que cualesquiera papas son santos equivale a afirmar que ninguno de ellos es santo, o que todos ellos son algo distinto de santos, es decir, no-santos. Por lo tanto, siempre es posible obtener una proposición equivalente a la original mediante el cambio de su calidad y el reemplazamiento del predicado original por su contradicción.

La *anversión* puede definirse como una forma de inferencia inme-

[5] Más adelante veremos que esta inferencia siempre es inválida. Pero ahora estamos tratando la doctrina tradicional.

diata en la cual, de una proposición dada, se infiere otra que tiene como predicado el contradictorio del predicado original.

ESQUEMA DE ANVERSIÓN [6]

Proposición original		*Anversa*	
A. Todo S es P	≡	Ningún S es no-P.	E.
E. Ningún S es P	≡	Todo S es no-P.	A.
I. Algún *S* es *P*	≡	Algún S no es no-P.	O.
O. Algún S no es P	≡	Algún S es no-P.	I.

Se observará que en cada caso la proposición anversa es equivalente a la proposición original; la calidad de la proposición está cambiada, pero la cantidad permanece inalterada.

La conversión y la anversión son las únicas formas simples de la inferencia inmediata. Pero no existe razón por la que no debamos convertir una proposición obtenida por anversión de una proposición dada, ni por la que no debamos anvertir una proposición obtenida por conversión de otra. Por lo tanto, hay otras formas de inferencia inmediata. Aquellas que han interesado a los lógicos lo bastante para recibir nombres especiales son las dos en las que el contradictorio del predicado original se convierte en el sujeto de una proposición inferida, y en la que el contradictorio del sujeto original se convierte en el nuevo sujeto. Estas formas se llaman respectivamente *contraposición* e *inversión*.

* (3) *Contraposición* es una forma de inferencia inmediata en la que, de una proposición dada, se infiere otra que tiene como sujeto el contradictorio del predicado original.

Puesto que la anversa da una proposición con el contradictorio del predicado original, la contraposición se obtiene mediante la conversión de la anversa de la original. En el esquema omitiremos este paso, que sólo repetiría el esquema de anversión.

Puesto que en la definición de contraposición no se dice nada respecto del *predicado* de la proposición inferida, es lícito que éste sea el sujeto original o su contradictorio. Así, pues, tenemos dos contrapositivas que son anversas entre sí.

[6] Las demás formas de inferencia inmediata las damos en forma de resumen. El estudiante que no comprenda inmediatamente cómo se obtiene la

ESQUEMA DE CONTRAPOSICIÓN

Proposición original	*Contrapositiva*	*Contrapositiva Anvertida*	
A. Todo S es P	≡ Ningún no-P es S	E. ≡ Todo no-P es no-S	A.
E. Ningún S es P	→ Algún no-P es S	I. → Algún no-P no es no-S	O.
I. Algún S es P	Ningún	Ningún	
O. Algún S no es P	≡ Algún no-P es S	I. ≡ Algún no-P no es no-S	O.

(4) *Inversión* es una forma de inferencia inmediata en la que, de una proposición dada, se infiere otra que tiene como sujeto el contradictorio del sujeto original.[7]

Aquí también podemos obtener dos formas, a saber, una en que el predicado es el mismo que el predicado original, y una en que el predicado es el contradictorio del predicado original. Estas dos formas serán anversas la una respecto de la otra.

Puesto que todo lo que podemos hacerle a una proposición dada es convertirla o anvertirla, debemos obtener la inversa de una proposición dada mediante la conversión y anversión venturosas de las proposiciones derivadas. Se requiere obtener, de una proposición de la forma *S—P* (donde la cantidad y la calidad no están especificadas), una proposición de la forma *no-S—no-P* o *no-S—P*. Mediante la anversión obtenemos el contradictorio del término predicado. Por lo tanto, si podemos inferir una proposición con S como predicado, su anversa tendría *no*-S como predicado; si esta proposición pudiera ser convertida, tendríamos la forma requerida. Esto será posible a menos que la última proposición sea una proposición O, que no tiene conversa. Se descubrirá que, comenzando con *Toda S es P*, podemos obtener mediante operaciones sucesivas de anversión y conversión (en ese orden) dos proposiciones de la forma *Algún no-S es no-P* y *Algún no-S no es P*. Éstas son las proposiciones requeridas, y son la *inversa* y la *inversa anvertida* de *Todo S es P*. Asimismo, empezando con *Nin-*

anversa, podrá ayudarse tomando los ejemplos significativos que se dan para la conversión, y anvirtiéndolos.

[7] KEYNES inventó el término *inversión*, aun cuando esta forma de inferencia inmediata había sido reconocida algunas veces por los lógicos.

gún S es P, mediante operaciones sucesivas de conversión y anversión (en ese orden) obtenemos dos proposiciones de la forma *Algún no-S es P* y *Algún no-S no es no-P*. Éstas son las proposiciones requeridas y son la *inversa* y la *inversa anvertida* de *Ninguna S es P*.

Una inversa no puede obtenerse ni de la proposición I ni de la O, puesto que en ambos casos, al intentar obtener una proposición con *no-S* como sujeto, obtenemos una proposición O (que tiene *no-S* como predicado), la cual no puede ser convertida.

Se verá que la inversa anvertida de A es *Algún no-S no es P*. En esta proposición, el término predicado *P* está distribuido, siendo el predicado de una proposición negativa. Esta inferencia, por lo tanto, viola la regla de la distribución, puesto que *P* fue dada indistribuida en *Todo S es P*. Existe, en consecuencia, como dice Keynes, "un aparente proceso ilícito que no es fácil de describir ni de explicar". [8] Keynes procede a describirlo —o más bien a explicarlo— mediante la afirmación de que esta inferencia requiere la premisa implícita "Algunas cosas no son *P*". Es cierto que en esta premisa *P* está distribuida, pero si la inversión requiere esta premisa adicional, resulta difícil ver cómo podemos considerarla como una inferencia *inmediata* en el sentido en que definimos "inmediata". Este "aparente proceso ilícito" sugiere más bien que ninguna de estas inferencias inmediatas es válida aparte de supuestos implícitos que los lógicos tradicionales ignoraron. Es sobre la base de tal supuesto, pertinente aquí, que las proposiciones en que ocurren *S*, *no-S*, *P*, *no-P* pueden ser significativamente afirmadas, y que *S*, *no-S*, *P*, *no-P* existen dentro del universo del discurso. Concedido esto, entonces, si *Todo S es P*, se desprende que *no-P* no puede ser *S*, así que *no-P* debe ser *no-S*, o sea, que algún *no-S* es *no-P*. [9]

Es sorprendente el volumen de la controversia que se ha sostenido acerca de la validez o invalidez de la inversión, y del problema de la distribución del predicado en las proposiciones O. Pero tal controversia es fútil, debido al hecho de que la doctrina de la distribución, y la teoría tradicional de la inferencia inmediata que se basa en ella, descansan sobre supuestos erróneos acerca de la simplicidad de las formas proposicionales de las que parten. Estas proposiciones se prestan, pues, a interpretaciones equivocadas. Por lo tanto, no nos ocuparemos aquí en esta controversia.

Mediante la adopción de un simbolismo taquigráfico [10] conveniente, introducido por Keynes, podemos resumir ahora los resultados de estos

[8] *F. L.*, § 104.

[9] Estos supuestos serán examinados más adelante (*véase* § 4). Puede dejarse al lector que explique el aparente absurdo de la inferencia por inversión de "Todos los grandes poetas han fracasado en el intento de escribir un poema épico perfecto" a "Algunos que no son grandes poetas no han fracasado en el intento de escribir un poema épico perfecto".

[10] El término "simbolismo taquigráfico" se debe a W. E. Johnson. En el capítulo VIII será explicado y examinado con mayor detalle.

procesos de inferencia inmediata. Puesto que las vocales A, E, I, O representan la cantidad y la calidad de la proposición dada, podemos insertar una de estas vocales entre cualesquiera dos letras mayúsculas para significar que estos términos han de estar conectados de acuerdo con la forma prescrita. Así, *S a P* representa *Todo S es P*; *M o N* representa *Algún M no es N*, y así sucesivamente, con el sujeto escrito siempre en primer término. $\bar{S}$ y $\bar{P}$ simbolizarán *no-S* y *no-P* respectivamente. De tal suerte, *Todo S es no-P* se escribe *S a* $\bar{P}$.

TABLA V.—RESUMEN DE INFERENCIAS INMEDIATAS

Forma	A	E	I	O
Proposición original	SaP	SeP	SiP	SoP
Conversa	PiS	PeS	PiS	
Anversa	$Se\bar{P}$	$Sa\bar{P}$	$So\bar{P}$	$Si\bar{P}$
Conversa Anvertida	$Po\bar{S}$	$Pa\bar{S}$	$Po\bar{S}$	
Contrapositiva	$\bar{P}eS$	$\bar{P}iS$		$\bar{P}iS$
Contrapositiva anversa	$\bar{P}a\bar{S}$	$\bar{P}o\bar{S}$		$\bar{P}o\bar{S}$
Inversa	$\bar{S}i\bar{P}$	$\bar{S}iP$		
Inversa anvertida	$\bar{S}oP$	$\bar{S}o\bar{P}$		

Una ojeada a esta tabla muestra que O no tiene conversa y que I no tiene contrapositiva; también muestra que sólo A y E tienen inversas. Al hombre ordinario no habría que convencerlo de que, de la proposición *Algunos perros son fox-terriers*, es imposible extraer conclusión alguna acerca de lo que no es un perro y lo que no es un fox-terrier. El proceso de inversión nos recuerda el comentario de Samuel Johnson: "Señor, una mujer que predica es como un perro que camina sobre sus patas traseras. No está bien hecho, pero nos sorprende que cuando menos se haga."

§ 3. *Las relaciones entre las proposiciones compuestas*

En la figura de la oposición y en el esquema de inferencias inmediatas, nos ocupamos únicamente de las proposiciones A, E, I, O.

Tenemos que considerar ahora las relaciones que rigen entre las proposiciones compuestas.[11] En el capítulo IV dividimos las proposiciones compuestas en dos formas: conjuntiva y combinada. Si tomamos dos proposiciones cualesquiera, p y q, y sus contradictorias, $\bar{p}$ y $\bar{q}$, podemos combinarlas conjuntivamente de cuatro maneras, a saber, (1) p y q, (2) $\bar{p}$ y q, (3) $\bar{p}$ y $\bar{q}$, (4) p y $\bar{q}$. Dos cualesquiera de estas proposiciones conjuntivas son independientes. Al enunciar los cuatro modos de combinación, hemos supuesto que el *orden* en que se afirman las proposiciones componentes simples es indiferente. Obviamente podemos decir "Él envió a su hija a Cambridge y puso a su hjio de aprendiz con un abogado" o "Puso a su hijo de aprendiz con un abogado y envió a su hija a Cambridge", sin afectar el sentido de la proposición compuesta.[12]

Tenemos que investigar ahora cómo pueden ser contradichas las proposiciones compuestas. La *afirmación conjunta* de p y q es equivalente a la negación de que p y q puedan ser disyuntadas. Por lo tanto, la contradictoria de p y q es *no ambas p y q*, o sea, una proposición *disyuntiva* compuesta.

Ahora bien, *no ambas p y q* es equivalente a *o bien $\bar{p}$ o bien $\bar{q}$*. Es claro que si *no ambas* dos proposiciones pueden ser afirmadas, *cuando menos una* de ellas debe ser negada.

El lenguaje ordinario reconoce estas proposiciones equivalentes en las siguientes formas: *No ambas p y q* es equivalente a *o bien $\bar{p}$ o bien $\bar{q}$*. Por ejemplo, *No se puede hacer ambas cosas: comerse el pastel y conservarlo* es equivalente a *o bien no se puede comer el pastel o bien no se puede conservarlo.*

Podemos, por lo tanto, contradecir p y q ya sea afirmando *no ambas p y q*, o afirmando *o bien $\bar{p}$ o bien $\bar{q}$*, puesto que estas dos proposiciones combinadas son equivalentes. Se verá que es conveniente recordar que una proposición conjuntiva puede ser contradicha por una disyuntiva, o por una alternativa en la que las proposiciones componentes son contradichas separadamente, y viceversa.

Como en el caso de la proposición conjuntiva, también en el caso de las disyuntivas y alternativas combinadas, el orden de las proposiciones componentes es indiferente. Combinamos conjuntivamente las componentes p, q, $\bar{p}$, $\bar{q}$ de cuatro maneras diferentes. Ahora combinaremos estas componentes en cuatro disyuntivas combinadas y en cuatro alternativas combinadas, de la siguiente manera:

(i) p o q	(ii) p o $\bar{q}$	(iii) $\bar{p}$ o q	(iv) $\bar{p}$ o $\bar{q}$
(i) No ambas $\bar{p}$ y $\bar{q}$	(ii) No ambas $\bar{p}$ y q	(iii) No ambas p y $\bar{q}$	(iv) No ambas p y q

[11] *Véase* W. E. J., parte 1ª, capítulo III.

[12] El principio aquí ejemplificado se conoce como la "Ley Conmutativa",

Será inmediatamente obvio que estos dos conjuntos están dispuestos de tal modo que la disyuntiva escrita debajo de la alternativa, en cada caso, es su equivalente. Sus *contradictorias conjuntivas* correspondientes son: (i) $\bar{p}$ y $\bar{q}$; (*ii*) $\bar{p}$ y q; (iii) p y $\bar{q}$; (*iv*) p y q.

Tenemos que considerar ahora la proposición implicativa de la forma *Si p, entonces q*. Resulta claro que el orden del implicando y el implicado no es indiferente. Así, pues, *Si p, entonces q* es una proposición diferente de *Si q, entonces p* y no es equivalente a ella. Por ejemplo, *Si él no es estúpido, entonces es haragán* no es equivalente a *Si él es haragán no es estúpido*; ni es posible inferir una de estas proposiciones de la otra. Lamentablemente, es posible que él sea ambas cosas: haragán y estúpido. Podemos tener evidencia que indique a la conclusión de que es una cosa o la otra, sin ninguna indicación respecto de si puede o no ser ambas cosas. De tal suerte, el no poder pasar un examen sumamente fácil puede hacernos concluir que él o bien es haragán o bien es estúpido, y podemos convencernos de que una u otra *sola* de estas alternativas sería *suficiente* para explicar su fracaso, aunque *ambas* son *posibles.*

Este ejemplo ilustra tres puntos que son importantes en la consideración de las proposiciones combinadas y sus equivalencias:

(1) Estas formas ocurren frecuentemente en la discusión ordinaria. A veces usamos una, a veces otra, para expresar *el mismo* orden de cosas;

(2) No es usual interpretar que el "o" en una proposición alternativa expresa la *exclusión de una alternativa.* Es decir, que "o" es consecuente con "quizás ambas". Si "o" fuera interpretado exclusivamente, entonces *p o q* incluye a *no ambas p y q*. Algunos lógicos sostienen que ésa debe ser la interpretación de "o". [13] En ese caso tendríamos que usar una expresión engorrosa para comunicar la información de que el caso era una u otra de dos alternativas, o quizá ambas. Por sí misma, esta consideración no es suficiente para descartar la interpretación exclusiva de "o". A menudo, ser preciso es ser prolijo en la expresión, puesto que el lenguaje ordinario es ambiguo. Pero, como lo ilustra nuestro ejemplo, el *onus probandi* corresponde a quienes sostienen que la interpretación *lógica* de "o" debe ser exclusiva. [14] No puede sostenerse que el uso común es exclusivo. No hay, sin embargo, buenas razones lógicas para interpretar "o" de modo que incluya "no ambas". Por el contrario, es deseable dar la interpretación mínima. [15] La exclusión de las alternativas puede

que, en relación con esto, puede enunciarse en la forma: p y $q \equiv q$ y p. *Véase* más adelante el capítulo XXIV y *cf.* W. E. JOHNSON, *loc. cit.*, p. 29.

[13] *Véase* BOSANQUET, *Logic*, libro I, capítulo VIII, § 1.

[14] *Véase* KEYNES, F. L., 191, y W. E. JOHNSON, parte 1ª, capítulo III, § 6.

[15] *Cf.* la interpretación tradicional de "alguno". Aquí fue necesario desviarse del uso del lenguaje común. La desviación está *lógicamente* justifi-

enunciarse entonces en la afirmación conjuntiva de una proposición alternativa y una disyuntiva, por ejemplo: *O bien p o bien q y no ambas p y q*. No se ha de negar que algunas veces resulta claro que dos alternativas se excluyen mutuamente. Pero la exclusión se debe a la naturaleza de las alternativas, no a la forma de la proposición. Por ejemplo: *O bien será primero o bien será segundo* enuncia una alternación entre posibilidades que no pueden realizarse ambas. Pero esta imposibilidad de realizar ambas no está expresada en la proposición, sino que se debe a la incompatibilidad de ser "primero" y "segundo". El "o", entonces, en *p o q* se interpretará de tal modo que sea consecuente con *ambas p y q*.

(3) La proposición implicativa no puede ser convertida simplemente, es decir, el implicando y el implicado no pueden ser intercambiados simplemente.

Resulta claro de la primera consideración —a saber, que diferentes formas combinadas pueden expresar el mismo estado de cosas— que estas formas pueden usarse para expresar proposiciones equivalentes. Estas proposiciones equivalentes pueden formularse de la siguiente manera:

Implicativa		*Disyuntiva*		*Alternativa*
Si p, entonces q	$\equiv$	No ambas p y $\bar{q}$	$\equiv$	O bien $\bar{p}$ o bien q.

EJEMPLO:

Implicativa.	Si él se ríe, la broma es obvia.
Disyuntiva.	No se trata de ambas cosas, que él se ría y que la broma no sea obvia.
Alternativa.	O bien él no se ríe, o bien la broma es obvia.

De la proposición implicativa *Si p, entonces q* podemos inferir la proposición *Si q, entonces p*. Por ejemplo, de *Si llueve, él se queda en casa* podemos inferir *Si él no se queda en casa, no llueve*. Dos proposiciones de estas formas se llaman *contrapositivas*, puesto que el implicando y el implicado son intercambiados después de haber sido negados separadamente. La no equivalencia de *Si p, entonces q* y *Si q, entonces p* puede exhibirse en una tabla [p. 93] en que se den la disyuntiva y la alternativa equivalentes para cada una de estas proposiciones, y se añadan las dos conjuntivas contradictorias.

De las anteriores consideraciones debería resultar claro ahora que, si bien las diversas formas de las proposiciones combinadas son equivalentes, ninguna proposición combinada es equivalente a una conjun-

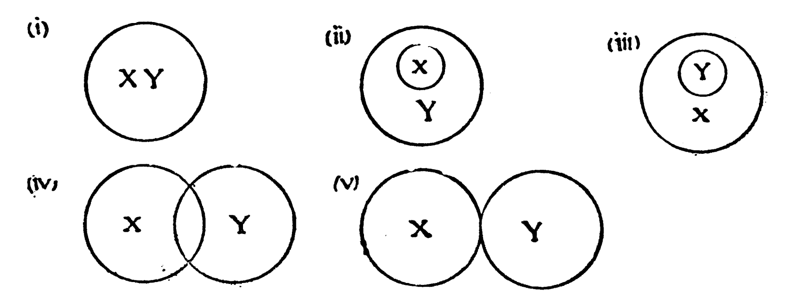
cada por la misma razón que justifica la concordancia con el lenguaje común en la interpretación de "o", a saber, que es conveniente dar la mínima interpretación a las palabras ambiguas.

Implicativa	*Disyuntiva*	*Alternativa*	*Contradictoria conjuntiva*
Si p, entonces q	No ambas p y $\bar{q}$	O bien $\bar{p}$ o bien q	Ambas p y $\bar{q}$
Si q, entonces p	No ambas $\bar{p}$ y q	O bien p o bien $\bar{q}$	Ambas $\bar{p}$ y q

tiva. Este resultado concuerda con la división de las proposiciones compuestas, que hicimos en el capítulo IV, en dos clases: combinadas y conjuntivas, y con la subsiguiente división de las combinadas en tres formas. [16]

§ 4. *La representación diagramática de las proposiciones* A, E, I, O *y de las relaciones de exclusión e inclusión entre cualesquiera dos clases*

Hemos visto que el cuadro tradicional puede interpretarse en el sentido de que expresa relaciones de exclusión e inclusión entre dos clases. Desde los tiempos del matemático suizo Euler, [17] se acostumbra representar diagramáticamente estas relaciones mediante la coincidencia, la inclusión, la intersección y la exclusión de dos círculos. Entre cualesquiera dos clases, X e Y, así consideradas, hay cinco posibles relaciones que pueden representarse de la siguiente manera:



Los círculos han sido marcados X e Y para indicar cuál círculo se supone que representa a cuál clase. Johnson ha sugerido que "la línea que limita una figura cerrada puede considerarse como el análogo propio de la intensidad, en tanto que el área contenida dentro de esa línea es el análogo propio de la extensión". [18] De tal suerte,

[16] *Cf.* W. E. Johnson, *loc. cit.*, p. 33.
[17] Euler vivió de 1707 a 1783.
[18] *Loc. cit.*, p. 125.

la línea que limita el círculo más pequeño y que se halla encerrado dentro de otro mayor en (ii) puede considerarse como representativa de la connotación, o intensidad, de "X", mientras que el área limitada representa los objetos o cosas a los que se aplica el nombre "X"; y lo mismo en el caso de las otras figuras.

Representemos estas relaciones con el ejemplo particular de los dos nombres connotativos "político" y "honrado". Éstos pueden relacionarse de la siguiente manera:

(1) Todo político es honrado y nadie más es honrado. (Fig. i).

(2) Todo político es honrado y hay otras personas que también son honradas. (Fig. ii).

(3) Todo el que es honrado es un político y algunos políticos no son honrados. (Fig. iii).

(4) Algunos políticos son honrados y algunos políticos no son honrados, y algunas personas que son honradas no son políticos. (Fig. iv).

(5) Ningún político es honrado. (Fig. v).

Se observará que sólo un diagrama, la Fig. v, corresponde a una sola proposición del cuadro tradicional. Ésta es la proposición E, que es la única en que ambos términos están distribuidos, es decir, en que ambos términos están tomados en su extensión total. Puesto que un término indistribuido es indeterminado en su referencia, resulta claro que una proposición que contiene un término indistribuido no puede ser representada por una figura en la que las relaciones están determinadamente representadas. Para expresar las relaciones representadas por las primeras cuatro figuras en términos del cuadro, se necesita en cada caso la afirmación conjunta de dos o más de las proposiciones del cuadro. Podemos decir que las proposiciones A, E, I, O excluyen, en cada caso, una o más de las relaciones posibles entre X e Y. Así:

A excluye (iii), (iv), (v) y permite (i), (ii).

E excluye (i), (ii), (iii), (iv) y permite (v).

I excluye (v) y permite (i), (ii), (iii), (iv).

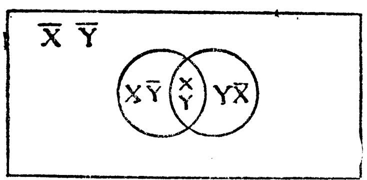
O excluye (i), (ii) y permite (iii), (iv), (v).

Estas figuras, tal como se las usa comúnmente, son sumamente engañosas. En este aspecto, representan fielmente los supuestos implícitos del cuadro. De tal suerte, se supone que "político" y "honrado" tienen aplicación. Se supone que sólo seamos capaces de dudar *sus* relaciones mutuas. O representemos por medio de "X" e "Y", respectivamente, "centauros" y "cuadrúpedos". Entonces, una u otra

de estas cinco relaciones debe regir; por lo tanto, "centauro" y "cuadrúpedo" tienen aplicación; así, por ejemplo, las características que representa "centauro" deben pertenecer a algo.

Podemos ver en este punto cuán necesario era, para los lógicos tradicionales, la suposición de un universo del discurso.

Nuevamente, el área fuera de los círculos, en cada caso, representa todo lo que no es ni X ni Y. Por lo tanto, se supone que "X", "$\bar{X}$", "Y", "$\bar{Y}$".[19] tienen aplicación. Por razones de conveniencia, representaremos *el universo* con un rectángulo dentro del cual pueden dibujarse varios círculos. Bastará con un ejemplo. Escogemos la Fig. (iv).



En esta figura los compartimientos están marcados con las cuatro combinaciones posibles: X Y, X $\bar{Y}$, $\bar{X}$ Y, $\bar{X}$ $\bar{Y}$. Ahora podemos sustituir los círculos intersectados de la Fig. (iv) con cualquiera de las otras figuras. En cada caso está representada la clase $\bar{X}$ $\bar{Y}$. Por lo tanto, en todo caso *Alguna no-X es no-Y*. Parecería, en consecuencia, que cada una de las proposiciones A, E, I, O debería tener una inversa, y en cada caso la *misma* inversa. Pero esto es absurdo. No podemos, por lo tanto, suponer que siempre hay alguna área *fuera* de los círculos que represente parte del universo. De aquí que este modo de representar las cuatro combinaciones no concuerde con la teoría sobre la cual se basan las inferencias inmediatas. Consecuentemente, Keynes ha elaborado un esquema de siete diagramas en los que están incluidos aquellos casos en que no hay parte del universo fuera de los círculos.[20] Pero escasamente vale la pena seguir esta elaboración. La doctrina de la distribución y el supuesto de que "X", "$\bar{X}$", "Y" e "$\bar{Y}$" siempre tienen aplicación, conducen a las dificultades sugeridas por el engañoso diagrama anterior, de manera que es aconsejable discutir el supuesto en lugar de intentar rectificar los diagramas.

La idea de que "X" tiene aplicación se enuncia usualmente en la forma *Algo es* X o X *existe*, a lo que generalmente se añade "en el universo del discurso apropiado". Vimos ya que, a fin de justificar la validez de la inversión de *SaP*, tuvimos que suponer la proposición *Algo no es P* o *no-P existe*. Decir "S existe" es decir que S

[19] "$\bar{X}$" representa a "no-X" de conformidad con la notación que hemos adoptado.

[20] *Véase F. L.*, § 130. KEYNES hace un examen minucioso de diversos métodos diagramáticos y de los supuestos sobre los que descansan. *Cf. también* W. E. JOHNSON, *Logic*, parte 1ª capítulo IX, § 7.

ocurre en el universo del discurso. Vimos que la noción de universos del discurso surgió del supuesto de que todo nombre connotativo (y, por lo tanto, de todo nombre general) tiene aplicación. Sobre este supuesto, el cuadro tradicional puede formularse de la siguiente manera:

A. Toda *S* es *P* y algo es *S*.

E. Ni una sola *S* es *P* y algo es *S*.

I. Alguna *S* es *P* y algo es *S*.

O. Alguna *S* no es *P* y algo es *S*.

Estas son proposiciones compuestas. Así A, por ejemplo, será falsa si nada es S. De E se desprende que algo es *no-P*; por lo tanto, E será falsa si nada es *no-P*; y así sucesivamente. Pero si por una vez suponemos que *S, no-S, P* y *no-P* deben existir todas ellas, parece difícil justificar la suposición de que puede ser el caso que nada sea ambas *no-S* y *no-P*. Con todo, sin esta última suposición, toda proposición, universal y particular, tendrá una y *la misma* inversa, a saber, *Algún no-S es no-P*. Esta conclusión es absurda. Fue por esta razón que rechazamos el intento de elaborar el esquema diagramático en una forma tal que excluyera esta posibilidad.

La dificultad fundamental en la interpretación tradicional radica en que ésta no logra distinguir entre las proposiciones de la forma. *Ésta es una* X y las proposiciones de la forma *Toda* Y *es* X. La proposición *Ésta es una* X implica la proposición *Existe una* X o *Algo es* X. Pero afirmar que *Toda* Y *es* X no implica que *algo es* Y o que *algo es* X. El sentido común reconoce esta distinción. Es significativo decir "Todo estadista competente podría resolver el problema del desempleo", aun si uno no cree que haya alguien que sea un estadista competente.[21] El examen de esta distinción nos llevaría más allá de la consideración del cuadro tradicional, y es preciso, por lo tanto, posponerlo para un capítulo posterior.

Es posible interpretar el cuadro de tal modo que se eviten las confusiones que acabamos de advertir. Así, pues, podemos expresarlo de la siguiente manera:

A. Nada es ambas S y *no-P*.

E. Nada es ambas *S* y *P*.

I. Algo es ambas *S* y *P*.

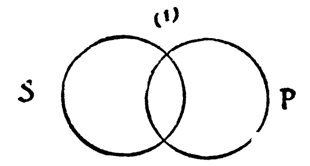
O. Algo es ambas *S* y *no-P*.

Pero, así formuladas, es claro que A y E son de la misma forma; que I y O son de la misma forma; que estas formas son diferentes. Las

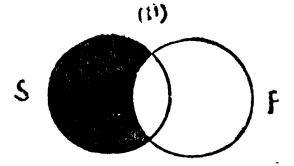
[21] *Cf.* capítulo IX, §§ 1 y 2.

proposiciones universales niegan la existencia; las proposiciones particulares afirman la existencia. Esta distinción de forma no guarda conformidad con la interpretación tradicional ni con los supuestos sobre los que descansan el esquema euleriano y las inferencias inmediatas. Es obvio que la interpretación existencial de A como negativa y de I como afirmativa invalidaría la *conversion per accidens* de A. Por la misma razón, la contraposición de I sería inválida, y la inversión de A y de E. Tampoco permite el esquema euleriano que algún compartimiento esté vacío, pues tal esquema descansa en el supuesto de que *S*, *no-S*, *P* y *no-P* existen todas ellas.

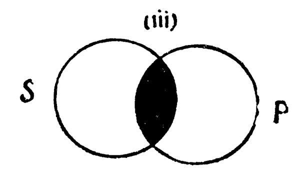
El doctor Venn [22] elaboró un esquema diagramático que permite que un compartimiento esté vacío. En este esquema, cada diagrama representa un marco vacío en el cual puede encajar la información suministrada por cualquiera de las cuatro proposiciones. Dadas las dos clases, *S* y *P*, tenemos



Aquí, los dos círculos representan dos compartimientos que pueden o no estar vacíos. Si afirmamos *SaP*, negamos que cualquier *S* sea *no-P*. Consecuentemente, dejamos vacío el compartimiento que, de estar lleno, representaría *Ss* que eran *no-P*. El diagrama entonces viene a ser

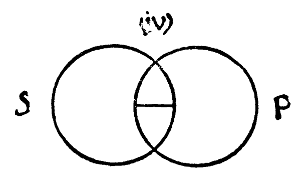


En forma similar, E estaría representada por



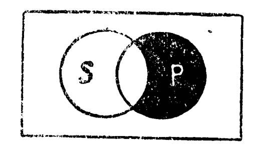
22 *Symbolic Logic*, capítulo v.

Según este esquema, es menos fácil representar las dos proposiciones particulares. El doctor Venn traza una línea a través del compartimiento que está ocupado. Así, I estaría representada por



Es obvio que este diagrama es menos satisfactorio que los que representan a A y E. Sugiere que las proposiciones universales y particulares no pueden ser tratadas satisfactoriamente por el mismo método diagramático. Esto no es sorprendente si la significación de una proposición universal es diferente de la significación de una proposición particular. También pone claramente de manifiesto que la distinción entre A e I, o entre E y O, es más fundamental que la distinción entre las proposiciones afirmativas y las negativas en este cuadro. En el capítulo IX veremos que éste es el caso.

Por el mismo método anterior podemos representar el *universo* con un rectángulo dentro del cual están los dos círculos. Así,



representa que el compartimiento $\bar{S}P$ está vacío, de modo que toda P es S; y que SP, $S\bar{P}$, $\bar{S}\bar{P}$ no están vacíos.

Resulta claro que, si admitimos que un compartimiento puede estar vacío (es decir, que una combinación dada no existe), tenemos no sólo *cuatro* posibilidades, sino *ocho*, a saber, SP, $S\bar{P}$, $\bar{S}P$, $\bar{S}\bar{P}$, cualquiera de las cuales puede o no existir. Hay, en consecuencia, *ocho* proposiciones independientes que conectan cualesquiera dos clases S y *P*. Éstas han sido formuladas en expresiones convenientes, de uso común, por la doctora Christine Ladd-Franklin.[23] En la siguiente tabla damos sus formulaciones en la columna de la izquierda, y en la derecha damos las expresiones correspondientes en las formas A, E, I, O.

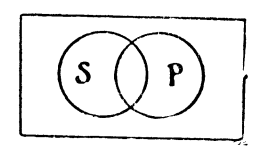
[23] Artículo sobre "Propositions" en BALDWIN, *Dictionary of Philosophy and Psychology*; también *American Journal of Psychology*, vol. II, pp. 543-567, "On Some Characteristics of Symbolic Logic"; y *Mind*, 1890, "Some Proposed Reforms in Common Logic". *Cf.* también KEYNES *F. L.*, §§ 106-07; W. E. J., parte 1ª, capítulo IX, § 6.

TABLA VI.—PROPOSICIONES QUE CONECTAN CUALESQUIERA DOS CLASES S Y P Y SUS CONTRADICTORIAS

Todo S es P	$SaP \equiv \bar{P}a\bar{S}$	A
No todo S es P	$SoP \equiv \bar{P}o\bar{S}$	O
Ningún S es P	$SeP \equiv Pa\bar{S}$	E
Algún S es *P*	$Sip \equiv Po\bar{S}$	I
Ninguno sino S es P	$\bar{S}a\bar{P} \equiv PaS$	A′
Alguno además de S es P	$\bar{S}o\bar{P} \equiv PoS$	O′
Todo menos *S* es *P*	$\bar{S}e\bar{P} \equiv \bar{P}aS$	E′
No todo sino S es P	$\bar{S}i\bar{P} \equiv \bar{P}oS$	I′

Cabe poca duda de que las formulaciones que sugiere la doctora Ladd-Franklin ponen de manifiesto estas relaciones de la manera más aproximada a las expresiones de la conversación ordinaria. También muestran cuán defectuoso, aun desde este punto de vista, es el cuadro tradicional. Pero podría preguntar si es aconsejable meter las manos así en las formas tradicionales. Sería mejor pasar por alto estas transformaciones y desarrollar un sistema en que el análisis de las formas proposicionales se lleve más lejos.

Debe observarse que en cualquier representación diagramática de proposiciones y de relaciones de clase expresadas en proposiciones, cualquier punto que cae fuera de cualquier círculo dado representa un individuo que no es idéntico a los demás individuos representados por los puntos que caen dentro del círculo. Así, pues, en el diagrama



cualquier punto en el rectángulo, pero fuera de los círculos, representa individuos que no son idénticos a (o sea, que son diferentes de) cualesquiera individuos que sean Ss o sean Ps. Asimismo, cualquier punto en aquella parte del círculo S que está fuera del círculo P representa un individuo que es diferente de P. En la lógica tradicional, este último caso sería expresado por "*Esta S no es P*" o "*Esta S está excluida de P*". Existe, pues, considerable peligro de confundir la relación de *no-identidad* entre los individuos con la relación de *negación*. La relación de *exclusión* es, sin embargo, fundamental-

mente diferente de la relación de *negación*. Siendo ello así, podría preguntarse si la representación diafragmática de las proposiciones tiene utilidad alguna, o si no tiende a sugerir ideas engañosas. Sobre este punto hay divergencia de opinión entre los lógicos contemporáneos. Bertrand Russell, por una parte, afirma:

> Los filósofos han sido esclavos del espacio y del tiempo en la aplicación imaginativa de su lógica. Esto se debe en parte a los diagramas de Euler y a la noción de que las formas tradicionales A, E, I, O eran formas elementales de proposiciones, y a la confusión de "χ es un β" con "todas las αs son βs". Todo esto condujo a una confusión entre clases e individuos, y a la inferencia de que los individuos pueden interpenetrarse porque las clases se pueden intersectar. No estoy sugiriendo confusiones explícitas de este tipo, sino tan sólo que la lógica elemental tradicional, enseñada en la juventud, constituye una barrera casi fatal para el pensamiento de los años posteriores, a menos que se dedique mucho tiempo a la adquisición de una nueva técnica.[24]

Johnson, por otra parte, sostiene:

> Tal representación es de hecho válida, aunque la relación de inclusión y exclusión de las clases no sea idéntica a las relaciones lógicas expresadas en proposiciones afirmativas y negativas respectivamente; pues hay una verdadera analogía entre las relaciones entre las clases y las relaciones entre las figuras cerradas; en eso, las relaciones entre las relaciones de las clases son idénticas a las relaciones correspondientes entre las relaciones de las figuras cerradas.[25]

Parece, sin embargo, que Johnson pasa por alto una de las objeciones más importantes que se le hacen a esta representación, a saber, que estimula la confusión entre las proposiciones de pertenencia a una clase y las proposiciones generales. Según esto, parece ser que la representación diagramática de las proposiciones es más engañosa que útil.

§ 5. *Expresiones lógicamente impropias*

La concepción tradicional de que hay un número limitado de formas proposicionales y que desviarse de ellas constituye irregularidad, es absurda. Toda proposición tiene una forma determinada que es *su*

[24] *Analysis of Matter*, p. 387.

[25] *Logic*, parte 2ª, p. 87. *Cf.* también parte 1ª, pp. 124, 147, 149. Cuando dice que las relaciones son "idénticas", parecería que Johnson significa que las relaciones entre clases *tienen las mismas propiedades formales* que las relaciones entre figuras cerradas. Esto, sin embargo, no constituye una justificación suficiente para la representación. Puede observarse que Johnson, en su tratamiento de los diagramas, recalca los peligros de la confusión, y no es probable que cree, por lo tanto, "una barrera fatal para el pensamiento claro". Con todo, la utilidad de la representacin no es muy grande.

forma lógica. La expresión lingüística de una proposición puede ser, sin embargo, más o menos impropia de su forma lógica. Una expresión es lógicamente impropia si su forma lingüística nos engaña respecto de la forma lógica de la proposición así expresada. Ninguna expresión es exactamente apropiada, pero algunas son excesivamente impropias puesto que su forma lingüística sugiere un análisis erróneo de la proposición así expresada. Por ejemplo, *Todos los hombres son mortales* no es una proposición simple, y sin embargo la oración que la expresa es gramaticalmente similar a "Sócrates es sabio", la cual sí expresa una proposición simple. Obtenemos una expresión más apropiada si transformamos la oración en "Si alguien es humano, es mortal". Esta última expresión *muestra* lo que la primera *oculta*: que la proposición expresada por ambas expresiones no es elemental.

Una proposición compuesta es expresada algunas veces por una oración gramaticalmente simple, por ejemplo: "Pocas personas son ricas" expresa la proposición compuesta *La mayoría de las personas no son ricas, pero algunas lo son*. Una proposición compuesta expresada por una oración simple es llamada, por algunos lógicos, una "proposición exponible". Pero no es la proposición, sino la oración, la que es exponible.[26]

Dos conjuntos de expresiones tienden especialmente a engañarnos cuando empezamos a pensar acerca de la forma lógica. (i) El artículo indefinido difiere en significación según su uso. Compárense, (1) "Un poeta inglés fue apuñalado"; (2) "Había un maletero a la vista"; (3) "A un gato le gusta la leche". Lo que cada una de estas proposiciones afirma, podría ser expresado, diferente aunque equivalentemente, de la siguiente manera: (1) "Un individuo fue ambas cosas: un poeta inglés y apuñalado"; (2) "Hay cuando menos un individuo que es maletero y está a la vista"; (3) "A todo gato le gusta le leche". Estas expresiones alternativas *muestran* que (3) es diferente en su forma de (1) y (2), puesto que (3) expresa una proposición A, en tanto que (1) y (2) no caen dentro del cuadro tradicional. Consecuentemente, no debe considerarse que las expresiones que empiezan con "Un tal o cual" expresan proposiciones de la misma forma. El artículo definido varía igualmente en significación según su uso en la oración. Así, (1) "La ballena es un mamífero" expresa una proposición universal, pero (2) "El autor de *Candide* es cínico", no; es singular, pero no simple.

(ii) Las expresiones que contienen palabras como "existe", "es una no-entidad", "no es real", y sus contrarias, son también engañosas. Expresan proposiciones existenciales afirmativas o negativas. "Zeus no existe" tiene la misma forma gramatical que "Gandhi no habla"; por lo tanto, se ha supuesto erróneamente que las proposicio-

[26] Algunas oraciones familiares exponibles han recibido nombres especiales, pero de una manera tan azarosa y con tanta confusión entre la expresión y la proposición, que no vale la pena considerarlos. Para un examen amplio, *véase* F. L., §§ 68-71.

nes así expresadas tienen la misma forma. Podemos ver la diferencia si consideramos lo que está afirmando en cada caso el hablante que usa la oración. *Gandhi no habla* niega que un individuo tenga cierta propiedad; *Zeus no existe* niega que ciertas propiedades pertenezcan a algún individuo. Estas negaciones son muy diferentes en su forma. Debe ser claro que una afirmación de existencia es siempre equivalente a la afirmación de que cierta propiedad no pertenece a nada. Expresiones como "Dios es un existente", "Zeus es una no-entidad", "Los unicornios no son reales", son lógicamente impropias puesto que sugieren similitud de forma con las expresiones expresadas por "Dante es un poeta", "Juan es un no-combatiente", "Los narcisos no son azules". Esta sugestión de similitud nos engaña por lo que se refiere al análisis de las proposiciones existenciales, que constituyen un género distinto de forma proposicional, irreductible a la forma de sujeto-predicado.

No podemos, entonces, confiar en la similitud de forma lingüística. La sintaxis de un lenguaje ordinario difiere de la de otro. A esto se debe que la traducción de un idioma a otro sea algunas veces difícil; también es iluminadora, pues el intento de traducir con precisión puede mostrarnos exactamente qué es lo que tratamos de expresar. La traducción de una oración a otra oración en el mismo idioma puede también ser útil al llevarnos a encontrar una forma lingüística más apropiada a lo que ha de expresarse. Tal traducción puede llamarse "transformación de oraciones". La transformación de una expresión en otra para expresar la misma cuestión de hecho es útil cuando *muestra* formas lógicas insospechadas. En los libros de texto tradicionales se usa mucho la transformación, pero bajo la concepción equivocada de que lo que así se transforma es la proposición, cuando en realidad es la oración, y en la creencia de que la proposición expresada es A, E, I u O. No puede establecerse ninguna regla que nos guíe en la determinación de si una expresión dada es lógicamente impropia, ni en la manera de transformar expresiones impropias. En cada caso debemos hacer el intento de determinar exactamente qué es lo que se quiere expresar al usar esa expresión. Saber lo que se expresa es saber lo que la proposición afirma; saber lo que una proposición afirma es saber cuál tendría que ser el caso si la proposición fuera verdadera.

VI. EL SILOGISMO CATEGÓRICO TRADICIONAL

> "Yo sostengo que la invención de la forma de los silogismos es una de las más bellas que ha hecho la mente humana, y aun una de las más considerables. Es una especie de *matemática universal cuya* importancia no es suficientemente conocida."— LEIBNIZ.

§ 1. *Definición del silogismo*

ARISTÓTELES, que fue el primero en formular la teoría del silogismo, dio la siguiente definición: "Un silogismo es un razonamiento (λόγος en el que, establecidas ciertas cosas, algo distinto de lo enunciado se desprende necesariamente del hecho de que tales cosas sean así." [1] Y añade: "Con esta última frase quiero decir que ellas producen la consecuencia, y con esto, que no se requiere ningún término adicional desde fuera para hacer la consecuencia necesaria." De acuerdo con esta definición, podríamos decir que un silogismo es una forma de implicación en la cual dos proposiciones implican conjuntamente una tercera. Las dos premisas constituyen un implicado compuesto y la conclusión forma el implicado. Es de lamentar que Aristóteles, al elaborar su teoría del silogismo, interpretara su definición de manera mucho más estrecha, de modo que excluyera todas las proposiciones que no son de la forma de sujeto-predicado. En esto lo han seguido los lógicos tradicionales. Se ha supuesto, además, que las proposiciones deben ser categóricas. Puesto que en este capítulo nos ocuparemos de la doctrina tradicional, definiremos el silogismo de la siguiente manera: "Un silogismo categórico es una forma de razonamiento que consiste en tres proposiciones que tienen entre sí tres y sólo tres términos, los cuales están relacionados de tal suerte que las dos primeras proposiciones implican conjuntamente la tercera."

El silogismo categórico puede ilustrarse mediante los siguientes ejemplos:

(1) Si Todas las personas crédulas son engañadas fácilmente, y
Todos los marineros son crédulos,
entonces. Todos los marineros son engañados fácilmente.

[1] *Anal. Priora*, 24*b*, 18.

(2) Si Nadie que diga invariablemente la verdad es un político con éxito
y Todos los miembros del Gabinete son políticos con éxito,
entonces, Ningún miembro del Gabinete dice invariablemente la verdad.

(3) Si Todos los bibliotecarios están mal pagados
y Todos los bibliotecarios son personas bien educadas,
entonces, Algunas personas bien educadas están mal pagadas.

En cada uno de estos ejemplos hay tres proposiciones y tres términos. Cada término ocurre dos veces. El término que ocurre en ambas premisas está conectado en una premisa con el predicado de la conclusión, y en la otra premisa con el sujeto de la conclusión. Por esta razón, Aristóteles llamó al sujeto y al predicado de la conclusión los "términos extremos". El término que conecta los extremos ha sido llamado tradicionalmente el *término medio,* puesto que es a través de él que se hace posible la predicación de un extremo del otro. [2] Aristóteles llamó al predicado de la conclusión el término *mayor,* y al sujeto de la conclusión el término *menor.* La premisa que contiene el término mayor se llama la *premisa mayor;* la premisa que contiene el término menor se llama la *premisa menor.* Resulta claro, según estas definiciones, que es imposible determinar cuál es la premisa mayor y cuál es la menor sin hacer referencia a la conclusión. En los ejemplos dados, la premisa mayor está escrita en primer lugar. Esto es costumbre entre los lógicos, pero no es lógicamente necesario. En el primer ejemplo, *personas crédulas* es el término medio que conecta a *marineros* (el término menor) con *personas engañadas fácilmente* (el término mayor). El lector determinará fácilmente los términos mayor, menor y medio en los demás ejemplos.

Al examinar el silogismo tradicional, debe tenerse en cuenta que la proposición categórica es tradicionalmente analizada descomponiéndola en los términos conectados por la cópula *es* (o *son*) o *no es* (o *no son*). Puesto que sólo ha de haber tres términos, debemos excluir ciertas formas de razonamiento que caerían dentro de la definición de Aristóteles aun cuando él no las incluyera en su tratamiento del silogismo. Así, el ejemplo "Tomás es tan alto como María, María es tan alta como Juana, luego Tomás es tan alto como Juana" no es un silogismo en el sentido definido, puesto que, o bien la cópula no

[2] Se dice a menudo que el "término medio" recibe ese nombre porque está *a igual distancia,* en extensión, del predicado y del sujeto de la conclusión. Ello no es así en todas las ocasiones, ni mucho menos, de modo que "término medio" no debe interpretarse así. Sin embargo, los nombres son convenientes en cuanto nos permiten referirnos brevemente a los tres términos diferentes. Puede admitirse, también, que "medio" no es un nombre inadecuado para el término que conecta los extremos. (*Cf.* JOSEPH, *Introd.,* pp. 259-62.)

es "*es*", o bien hay cuatro términos. Más adelante nos ocuparemos en los argumentos de esta forma.[3]

Tradicionalmente, el silogismo ha sido tratado como una forma de *argumento,* es decir, como un intento de demostrar que cierta proposición (1ª conclusión) es verdadera *porque* algunas otras proposiciones (las premisas) son verdaderas. Este modo de tratamiento tiene el defecto de oscurecer la naturaleza esencial del silogismo, que es una forma de implicación. Como tal, no tiene que ver con la verdad o falsedad de la conclusión o de las premisas, sino únicamente con la validez del razonamiento, que depende sólo de la forma.[4] Ello no obstante, el tratamiento tradicional, que en esto sigue a Aristóteles muy de cerca, tiene el mérito de que recalca que, siempre que queramos demostrar que cierta proposición es verdadera, el método más simple consiste en exhibirla como derivada silogísticamente de dos premisas que ya han sido reconocidas como verdaderas. En la conversación ordinaria frecuentemente argumentamos en forma silogística. Rara vez, si no es que nunca, enunciamos un silogismo explícito, pero, al reflexionar, debemos admitir que la validez de nuestro argumento dependía de una premisa supuesta que constituye el argumento en un silogismo. Los siguientes ejemplos de silogismos abreviados son fácilmente reconocibles como sacados de la conversación ordinaria.

(1) "Usted no puede esperar que Baldwin cumpla sus promesas, pues, después de todo, él se encuentra en la difícil posición de Primer Ministro."

(2) "Él es quien paga, así que él es quien ordena."

(3) "Ningún niño consentido es simpático, pues ningún niño egoísta lo es."

(4) "Algunos tiranos benefician a sus conciudadanos, pues Mussolini ciertamente ha beneficiado a los suyos."

En cada uno de estos casos hay una, y sólo una, proposición que haría concluyente el argumento. Cuando se la presenta, se advierte que el argumento es un silogismo regular. Bastará con mostrar esto en el caso del primer ejemplo. La conclusión afirmada es: "No se puede esperar que Baldwin cumpla sus promesas." La premisa que se ofrece explícitamente como una razón es: "Baldwin se encuentra en la difícil posición de Primer Ministro." La premisa supuesta es: "No se puede esperar que alguien que se encuentra en la difícil posición de Primer Ministro cumpla sus promesas." La frase "No se puede esperar" es una manera enfática de introducir la conclusión afirmada. Las palabras "después de todo" subrayan el hecho de que

[3] *Véase* capítulo VII, § 5.
[4] *Véase* p. 194 más adelante.

la premisa que sigue será admitida por el contrincante. En ese caso, el contrincante no tiene otro recurso que negar la verdad de la premisa supuesta o aceptar la conclusión.

Los silogismos en que se omite una premisa se llaman entimemas. Algunas veces se omite la conclusión, como en: "Ningún escocés puede entender un chiste, y él es un escocés". Este modo de hablar es corriente en forma de insinuación. [5]

Algunas veces podemos ser llevados a formular un silogismo al intentar responder a una pregunta. Así, podríamos preguntar: "¿Es el impuesto sobre los ingresos un impuesto justo?" Y podríamos razonar entonces de la siguiente manera: "Bueno, supongo que un impuesto justo es uno que guarde proporción con la capacidad de pagar. Pero ésa es la característica del impuesto sobre los ingresos." Por lo tanto, respondemos a nuestra pregunta en la afirmativa, porque vemos que la conclusión "El impuesto sobre los ingresos es un impuesto justo" se deriva de las dos proposiciones que acabamos de admitir. Las premisas no siempre son "dadas" en el sentido de que ellas son aquello de lo que partimos; sino que son "dadas" en el sentido de que son "admitidas". Las premisas enunciadas en el ejemplo anterior no tienen la forma lógica simple que exige la definición del silogismo, pero es claro que ésta es la forma que justifica nuestra aceptación de la conclusión "El impuesto sobre los ingresos es un impuesto justo". Obviamente, no es necesario que, para que un hombre pueda advertir la fuerza de su razonamiento, deba estar consciente de que está formulando un silogismo. Lo que sostenemos es que a menudo razonamos silogísticamente, pero muy poca gente sabe lo que es un silogismo. Del mismo modo, la mayoría de nosotros puede sumar números, pero muy pocos sabemos cómo puede ejecutarse con éxito esta operación de adición. [6] Basta con que se admita que en ocasiones intentamos resolver una duda en nuestra propia mente o inducir a otras personas a estar de acuerdo con nosotros, mostrando que cierta proposición que es dudosa, o que es impugnada, se deriva de otras proposiciones cuya veracidad no está en disputa.

§ 2. *Figura y modo*

No toda combinación de tres proposiciones que contienen entre sí sólo tres términos constituye un silogismo. Por ejemplo, en la combinación *Todos los músicos tienen sensibilidad, Todos los poetas tienen sensibilidad*; *Todos los poetas son músicos,* la tercera proposición no se deriva de las dos primeras, aunque es consecuente con

[5] Un entimema se llama del Primer Orden si la premisa mayor está omitida, del Segundo Orden si la premisa menor está omitida, del Tercer Orden si la conclusión está omitida. No hay por qué adjudicar importancia a estos nombres.

[6] *Véase* p. 150, y *cf.* LOCKE, libro IV, capítulo XVII, § 4.

ellas. En la combinación *Ningún papa es santo, Hildebrando fue papa; Hildebrando fue santo,* la tercera proposición es inconsecuente con la combinación de las dos primeras. Para obtener un silogismo, deben observarse ciertas condiciones. Antes de que intentemos determinar cuáles son esas condiciones, consideraremos los tres ejemplos dados en pp. 103-104. Se advertirá que el término medio no ocupa la misma posición en los diferentes ejemplos. En el primero, el término medio es sujeto en la premisa mayor y predicado en la menor; en el segundo, es predicado en ambas; en la tercera, es sujeto en ambas. De estos silogismos se dice que son de diferentes *figuras.* La figura está determinada por la posición de los términos. Puesto que, dada la posición del término medio en ambas premisas, la posición del otro término está fijada, podemos definir la figura del silogismo de la siguiente manera: *La figura del silogismo está determinada por las posiciones del término medio.* Se acostumbra simbolizar los términos con *S* para el menor, *M* para el medio y *P* para el mayor. Si hacemos esto, podemos captar de una ojeada la diferencia de las tres figuras. Ignorando el signo de cantidad y la cópula, podemos simbolizar las tres figuras de la siguiente manera:

I	II	III
M — P	P — M	M — P
S — M	S — M	M — S
S — P	S — P	S — P

La estructura de estas tres figuras es diferente. Aristóteles usó la palabra griega σχῆμα, que significa "hechura" o "figura" o "forma". Si llenamos el espacio en blanco entre los términos con "es" o "no es" y signos prefijos de cantidad, obtendremos premisas de las formas que da el cuadro tradicional de proposiciones. En nuestros ejemplos, (1) constaba de tres proposiciones A; (2) constaba de proposiciones E, A, E en ese orden; (3) constaba de proposiciones A, A, I en ese orden.

El silogismo:

Si Ningún nombre es infalible
y Todos los sacerdotes son hombres
entonces Ningún sacerdote es infalible,

está en la Figura I. Pero difiere en su forma de nuestro primer ejemplo, puesto que las proposiciones son E, A, E. Esta diferencia se llama una diferencia en *modo.* Podemos definir "modo" de la siguiente manera: *El modo de un silogismo está determinado por la cantidad y calidad de sus proposiciones constituyentes.* Al comparar el último ejemplo con el ejemplo (2) anterior, se advertirá que podemos tener el mismo modo en diferentes figuras. Pero no todos

los modos —es decir, combinaciones de proposiciones A, E, I, O — son posibles en todas las figuras.

Podríamos haber obtenido la conclusión "Ningún sacerdote es infalible" a partir de las dos premisas "Ningún ser infalible es hombre, Todos los sacerdotes son hombres", lo cual nos habría dado un silogismo en la Figura II. Podemos construir un silogismo en el que M sea predicado en la premisa mayor y sujeto en la premisa menor. Su estructura sería

P — M
M — S
S — P

Esto se conoce como la cuarta figura. Se dice que la introdujo en la doctrina tradicional el famoso médico Galeno. La mayor parte de los argumentos expresados en la Figura IV podrían estar expresados más naturalmente en una de las otras figuras. Pero no es difícil construir ejemplos que caigan dentro de esta figura,[7] siempre y cuando se observen ciertas condiciones que examinaremos más adelante. La diferencia entre las Figuras I y IV depende de que se observe la distinción entre las premisas mayor y menor. Si éstas se trasponen, la estructura será:

M — S
P — M
P — S

Conviene advertir que, en este caso, el término mayor es S y el menor es P.

§ 3. *Reglas del silogismo*

Ahora tenemos que determinar las condiciones de las cuales depende la validez de un argumento en cualquiera de estas figuras. Puede suponerse que la validez de los ejemplos dados hasta ahora será aprehendida inmediatamente. Es decir, habiendo admitido, por ejemplo, que "ser engañadas fácilmente" puede predicarse acerca de "todas las personas crédulas", y habiendo admitido también que "todos los marineros" están incluidos entre aquellos que son crédulos, vemos que también deben ser incluidos entre aquellos que son "engañados fácilmente". Es posible formular un principio que generalice las bases

[7] W. E. JOHNSON da un ejemplo divertido de un argumento en la Figura IV. "Cualquier argumento digno del reconocimiento lógico debe ser de tal naturaleza que se pueda encontrar en el razonamiento ordinario. Ahora bien, se advertirá que ningún argumento de los que aparecen en el razonamiento ordinario está en la cuarta figura. Por lo tanto, ningún argumento de la cuarta figura es digno del reconocimiento lógico" (*Logic*, parte 2ª, p. 89).

de este asenso. Este principio lo formuló por primera vez Aristóteles.[8] Se le conoce ahora como el "*dictum de omni et nullo*" porque es un axioma concerniente a *todos* o *ninguno* de una clase. Ha habido muchas enunciaciones de este principio, ya que rara vez se expone en la forma original de Aristóteles. Puede ser enunciado de la siguiente manera: "Si todo miembro de una clase (M) tiene (o no tiene) cierta propiedad (P) y si ciertos individuos (S) están incluidos en esa clase (M), entonces esos individuos (S) tienen (o no tienen) la propiedad (P)." Es claro que lo que pueda afirmarse de todo miembro de una clase, también puede afirmarse de todo miembro de una clase contenida en la primera clase. Cuando aplicamos una regla general (por ejemplo: "Todas las mareas menguantes son mareas bajas") a un caso particular (por ejemplo: "Ésta es una marea menguante") para deducir un resultado (por ejemplo: "Ésta es una marea baja"), estamos razonando de acuerdo con este *dictum*. Nuestra regla puede expresarse igualmente bien en forma negativa, por ejemplo: "Nadie que lleve un cigarro encendido puede entrar en el Museo Británico; Él lleva un cigarro encendido; por lo tanto, él no puede entrar en el Museo Británico." No hay nada en la regla, desde luego, que le impida entrar si apaga el cigarro, pero, en ese caso, él no cae bajo la regla. Es esencial, por supuesto, determinar si un caso propuesto es realmente un caso antes de que pueda aplicarse la regla.[9]

Este *dictum* es aplicable directamente sólo a la Figura I. Esto puede mostrarse claramente si se re-enuncia en la forma:

Si	Todo M es P (o no es)
y	Todos (o algún) S es M
entonces	Todos (o algún) S es P (o no).

De esto podemos deducir directamente reglas que sean aplicables a la Figura I. Estas reglas son:

(1) *La premisa mayor debe ser universal.* Esto está dado en la afirmación de que P se predica acerca de toda M.

(2) *La premisa menor debe ser afirmativa.* Esto está dado en la afirmación de que S (ya sea total o parcialmente) cae bajo M.

[8] *Anal. Priora* 24*b*, 26-30.

Τὸ δὲ ἐν ὅλω εἶναι ἕτερον ἑτέρῳ καὶ τὸ κατὰ παντὰς κατηγορεισθαι θατέρου θάτερον ταὐτὸν ἐστιν λέγομεν δὲ τὸ κατὰ παντὸς κατηγορεισθαι, ὅταν μηδὲν ᾖ λαβεῖν τῶν τοῦ ὑποκειμένου καθ' οὗ θάτερον οὐ λεχθὴσεται. Καὶ τὸ κατὰ μηδενος ὡσάντως.

("Que un término esté incluido en otro como en un todo es igual que para el otro ser predicado de todos los del primero. Y decimos que un término es predicado de todos los de otro siempre que no pueda encontrarse ningún ejemplo del sujeto del cual no pueda afirmarse el otro: 'ser predicado de ninguno' debe entenderse del mismo modo.")

[9] *Véase* p. 24.

Éstas son las únicas condiciones implicadas por el *dictum*. Por lo tanto, la premisa mayor puede ser afirmativa o negativa, siempre y cuando sea universal; la premisa menor puede ser universal o particular, siempre y cuando sea afirmativa. De ello se desprende que, de las proposiciones A, E, I, O, las combinaciones A A, E A, A I, E I darán conclusiones válidas; pero que ni O ni I pueden ser una premisa mayor, ni E ni O una premisa menor.

Se advertirá que no todas estas combinaciones son válidas en las otras figuras, mientras que algunas de las combinaciones excluidas sí lo son. Este resultado no es sorprendente, puesto que las combinaciones han sido deducidas en un *dictum* que es aplicable directamente sólo a esta figura. Es posible formular *dicta* igualmente evidentes en sí mismos para las otras figuras, a partir de los cuales pueden deducirse las combinaciones válidas en cada una de ellas. Sin embargo, no adoptaremos este método ahora, sino que procederemos inmediatamente a enunciar las reglas tradicionales del silogismo que son aplicables a todas las figuras.[10]

Las reglas se enuncian generalmente de la manera que sigue:

(1) Un silogismo contiene tres y sólo tres términos.

(2) Un silogismo consta de tres y sólo tres proposiciones.

Estas llamadas reglas no son reglas para asegurar la validez de un argumento silogístico; sirven para definir qué *clase* de argumento debe considerarse *silogístico*. En consecuencia, forman parte de la definición de "silogismo" y no requieren mayor consideración.

(3) *El término medio debe estar distribuido cuando menos en una de las premisas*. Puesto que es mediante el término medio como se logra la conexión entre los "términos extremos, es esencial que la *misma* parte del término medio esté relacionada con ambos términos extremos. La violación de esta regla se conoce como la falacia del *medio indistribuido*. La importancia de esta regla puede ilustrarse con los siguientes ejemplos.

Si Todos los músicos tienen sensibilidad
si Todos los poetas tienen sensibilidad,
entonces Todos los poetas son músicos,

es un argumento inválido, puesto que de las premisas no se desprende que las personas que tienen sensibilidad y que son músicos son las mismas que aquellas personas que tienen sensibilidad y que son poetas, o son las mismas que cualesquiera de aquellas que son poetas. Este podría ser el caso, pero las premisas no justifican que la conclusión sea tal.

[10] Estas reglas están enunciadas aquí muy brevemente. Para una discusión más amplia *véase* KEYNES, *F. L.*, parte 3ª, capítulos I-III.

(4) *Ningún término puede estar distribuido en la conclusión a menos que esté distribuido en su propia premisa.* Puesto que distribuir un término es tomarlo en toda su extensión, un término distribuido se refiere a todo miembro contenido en el término.[11] Luego, si un término que se nos diera indistribuido en su premisa estuviera distribuido en la conclusión, se desprende que la conclusión iría más allá de los datos. Esta regla descansa sobre el principio fundamental de que si los datos se refieren a *algunos solamente* de una clase, no puede deducirse ninguna conclusión que se refiera a *todo* miembro de la clase. La violación de esta regla se conoce como la falacia de la mayor *ilícita* o de la *menor ilícita.*

(5) *Ninguna conclusión se desprende de dos premisas negativas.* Esta regla se deriva de la misma consideración que la regla 3, a saber, que ambas premisas deben referirse a la *misma* parte del término medio, ya sea por inclusión en ambos casos o por inclusión en un caso y exclusión en el otro. Si todo lo que se diera fuera la exclusión de ambos extremos respecto del término medio, no se establecería ninguna conexión entre los extremos. De tal suerte, si las premisas fueran: "Ningún papa es infalible" y "Ningún escocés es papa", no podría deducirse ninguna conexión entre "quiénes son infalibles" y los escoceses.

(6) (*a*) *Si una premisa es negativa, la conclusión debe ser negativa.* (*b*) *Si la conclusión es negativa, una premisa debe ser negativa.* Estas reglas se derivan de la misma consideración que la regla 5.

De estas reglas pueden deducirse tres corolarios.

Corolarios. (i) *Ninguna conclusión se desprende de dos premisas particulares.* Hay tres casos:

(*a*) *Ambas premisas afirmativas.* Puesto que estas premisas son, *ex hypothesi,* particulares y afirmativas, ningún término está distribuido en ninguna premisa. Por lo tanto, el término medio no puede estar distribuido.

(*b*) *Una premisa afirmativa, una negativa.* Puesto que ambas premisas son particulares y sólo una es negativa, distribuyen entre sí sólo un término (a saber, el predicado de la premisa negativa). Pero, puesto que una es negativa, la conclusión debe ser negativa en virtud de la regla 6 (*a*). Por lo tanto, en virtud de la regla 4, el término mayor debe estar distribuido. También, en virtud de la regla 3, el término medio debe estar distribuido. Así, pues, dos términos deben estar distribuidos en estas premisas. Pero sólo se da un término distribuido. Por lo tanto, no se desprende ninguna conclusión.

[11] Debe recordarse que no tiene significado hablar de la "distribución" de un término a menos que el término sea una clase. *Véase* p. 68 (capítulo IV).

(*c*) *Ambas premisas negativas.* Este caso queda excluido en virtud de la regla 5.

(ii) *Si una premisa es particular, la conclusión debe ser particular.* Aquí también hay tres casos.

(*a*) *Ambas premisas afirmativas.* Puesto que una es particular y ambas son afirmativas, se distribuyen entre sí un solo término. Éste debe ser el término medio (en virtud de la regla 3). Por lo tanto, ningún otro término puede estar distribuido (en virtud de la regla 4) Pero una conclusión con un sujeto indistribuido debe ser particular.

(*b*) *Una premisa negativa, una afirmativa.* Puesto que una es particular y una es negativa, pueden distribuirse entre sí sólo dos términos. De éstos, uno debe ser el término medio (en virtud de la regla 3) y uno el término mayor (en virtud de la regla 4) puesto que la conclusión debe ser negativa (en virtud de la regla 6 *a*). Por lo tanto, el término menor no puede estar distribuido, es decir, la conclusión debe ser particular.

(*c*) Lo mismo rige en este caso que en (*c*) bajo (*i*).

(iii) *Si la premisa mayor es particular, la premisa menor no puede ser negativa.*

Si la premisa menor fuera negativa, la premisa mayor deberá ser afirmativa. Pero ésta se halla dada como particular. Sería, en consecuencia, particular afirmativa, y ninguno de sus términos estaría distribuido. Pero, puesto que la menor es negativa, la conclusión debe ser negativa. Por lo tanto, en virtud de la regla 4, el término mayor debe estar distribuido. Pero acabamos de mostrar que no puede estarlo. Por lo tanto, la premisa mayor no puede ser particular si la menor es negativa.

Las reglas del silogismo pueden resumirse, convenientemente, de la siguiente manera:

I. *Reglas referentes a cantidad, es decir, distribución*

El término medio debe estar distribuido cuando menos una vez, y ningún término puede estar distribuido en la conclusión a menos que esté distribuido en su premisa.

II. *Reglas referentes a calidad*

Ninguna conclusión se deriva de dos premisas negativas. Si una premisa es negativa, la conclusión también debe ser negativa; si la conclusión es negativa, una premisa también debe ser negativa. Éstas son reglas generales del silogismo que se aplican a las cuatro figuras. Las reglas de calidad no son afectadas por la posición de los términos en las premisas. Por lo tanto, de estas reglas y de los corolarios podemos deducir que ciertas combinaciones de premisas no son permisi-

bles en ninguna figura. Las reglas de calidad excluyen: E E, E O, O E, O O.[12] Los corolarios excluyen: I I, I O, O O, O I, I E, O E, E O.

Puesto que la distribución de un término en cualquier proposición depende de que sea sujeto o predicado, las combinaciones no excluidas por las reglas de distribución pueden ser, sin embargo, no permisibles en cualquier figura dada. Pero de las reglas de distribución pueden deducirse reglas especiales para cada figura. Resultará conveniente recordar que un término está distribuido si es el sujeto de una proposición universal o el predicado de una proposición negativa; estará indistribuido si es el sujeto de una proposición particular o el predicado de una proposición afirmativa.

Reglas especiales de la Figura I   Esquema M — P
S — M
S — P

(i) *La premisa menor debe ser afirmativa.* Si es negativa, la premisa mayor debe ser afirmativa y la conclusión negativa. Por lo tanto, el término mayor estaría distribuido en la conclusión pero no en su premisa, de la cual es el predicado. Por lo tanto, la premisa menor no puede ser negativa.

(ii) *La premisa mayor debe ser universal.* Puesto que la premisa menor debe ser afirmativa, el término medio no puede estar distribuido en la premisa menor, de la cual es el predicado. Debe, en consecuencia, estar distribuido en la premisa mayor, de la cual es el sujeto. Por lo tanto, la premisa mayor debe ser universal.

Éstas son las dos reglas que dedujimos directamente del *dictum de omni*. Ahora vemos que se derivan de las reglas que se aplican a todas las figuras.

Partiendo de las reglas especiales podemos determinar directamente qué modos son válidos en la Figura I. Debe recordarse que cualquier combinación de premisas de las que se desprenda una conclusión universal, justificaría también una conclusión particular, pues en ese caso la proposición particular sería la subimplicante de la conclusión universal. Tal conclusión recibe el nombre de conclusión debilitada. Los modos no debilitados del silogismo han recibido nombres especiales, que son convenientes para referencia, y los añadiremos entre paréntesis después de cada modo válido.

Modos válidos de la Figura I. Las combinaciones posibles de premisas permitidas por las reglas de distribución y no excluidas por las

[12] La premisa mayor está escrita en primer término en cada caso. Se advertirá que OO está excluida tanto por las reglas de calidad como por el corolario (i), y OE está excluida tanto por las reglas de calidad como por el corolario (iii).

reglas de calidad, son: A A, A E, A I, A O, E A, E I, I A, O A. Las combinaciones excluidas por las reglas especiales son A E, A O, I A, O A. Las combinaciones restantes son válidas en esta figura. Por lo tanto, los modos válidos de la Figura I son:

A A A (Barbara) y A A I (conclusión debilitada)
A I I (Darii)
E A E (Celarent) y E A O (conclusión debilitada)
E I O (Ferio).

Reglas especiales de la Figura II [13] Esquema P — M
S — M
S — P.

(i) *Una premisa debe ser negativa.* Esto es necesario a fin de asegurar la distribución del término medio.

(ii) *La premisa mayor debe ser universal.* Esto es necesario a fin de asegurar la distribución del término mayor, puesto que la conclusión siempre debe ser negativa.

Modos válidos de la Figura II

E A E (Cesare) E A O (conclusión debilitada)
A E E (Camestres) A E O (conclusión debilitada)
A O O (Baroco)
E I O (Festino).

Reglas especiales de la Figura III Esquema. M — P
M — S
S — P.

(i) *La premisa menor debe ser afirmativa.* Esto es así por la misma razón que en la Figura I.

(ii) *La conclusión debe ser particular.* Esto se desprende de la regla (i).

Modos válidos de la Figura III [14]

A A I (Darapti)
A I I (Datisi)

[13] La deducción de las reglas especiales es muy fácil. Las pruebas han sido dadas ampliamente en el caso de la Figura I. Para las demás figuras las pruebas serán sólo indicadas, y los modos válidos serán simplemente enunciados.

[14] Puesto que la conclusión debe ser particular, no hay conclusiones debilitadas en esta figura.

I A I (Disamis)
E A O (Felapton)
E I O (Ferison)
O A O (Bocardo).

Reglas especiales de la Figura IV · Esquema. P — M
M — S
S — P.

(i) La premisa mayor no puede ser particular si una u otra de las premisas es negativa. (La violación de esta regla implicaría una mayor ilícita.)

(ii) La premisa menor no puede ser particular si la premisa mayor es afirmativa. (La violación de esta regla implicaría un medio indistribuido.)

(iii) La conclusión no puede ser universal si la premisa menor es afirmativa. (La violación de esta regla implicaría una menor ilícita.)

Modos válidos de la Figura IV

A A I (Bramantip)
A E E (Camenes) A E O (conclusión debilitada)
E A O (Fesapo)
E I O (Fresison)
I A I (Dimaris).

§ 4. *La reducción y el antilogismo*

Puesto que, según la concepción de Aristóteles, el principio que ahora se llama *dictum de omni* es el único principio del razonamiento silogístico, y puesto que sólo rige directamente a la Figura I, Aristóteles consideró los silogismos expresados en las otras figuras como modos indirectos de la primera. En consecuencia, creó un método para reducir los silogismos en las Figuras II y III a la Figura I, ya sea por conversión de las premisas o por *reductio ad impossible.* [15] Actualmente ya no se supone que las otras figuras son menos evidentes en sí mismas que la primera, de modo que la reducción a la Figura I tiene un interés meramente histórico. Pero el método de reducción puede extenderse de manera que un argumento enunciado en cierto

[15] El término de Aristóteles es ἀπαγωγὴ εἰς τὸ ἀδύνατον. Aristóteles expresa el asunto brevemente, de la siguiente manera: "Resulta claro también que todos los silogismos imperfectos se hacen perfectos por medio de la primera figura, pues todos son llevados a una conclusión ya sea ostensiblemente o *per impossible*" (*Anal. Priora,* 29*a,* 30).

modo o figura pueda ser expresado en algún otro modo o figura. Cualquier modo puede ser reducido a cualquier otro modo siempre y cuando que ninguno de los modos contenga una conclusión debilitada o una premisa fortalecida.[16] Mediante el empleo de este método se puede exhibir claramente la interrelación de los diversos modos. Ya hemos dado un ejemplo de la reducción de un silogismo en Celarent a Cesare.[17] La reducción de silogismos constituye un provechoso ejercicio lógico, que a menudo resulta divertido para quienes se inician en la lógica. Pero la doctrina de la reducción no tiene la importancia que anteriormente se le atribuía, y aquí sólo la trataremos en forma muy breve.[18] Será conveniente que tratemos nuestros silogismos como argumentos, es decir, como silogismos en los que las premisas se afirman como verdaderas y, puesto que la conclusión se desprende de ellas, también se afirma como verdadera.[19] Consecuentemente, lo mejor es tomar un ejemplo trivial. Supóngase, pues, que aseveramos:

Todos los marxistas son socialistas,
Ningún partidario de Mussolini es socialista,
∴ Ningún partidario de Mussolini es marxista,

tenemos un silogismo en *Camestres*. (Figura II.)

Si trasponemos las premisas, es decir, si revertimos la mayor y la menor, y convertimos la nueva premisa mayor, tenemos:

Ningún socialista es partidario de Mussolini,
Todos los marxistas son socialistas,
∴ Ningún marxista es partidario de Mussolini.

Éste es un ejemplo de *Celarent* en la Figura I. Su conclusión es la conversa de nuestra conclusión original. Por lo tanto, simplemente convirtiéndola se obtiene la conclusión original.

En este ejemplo hemos mostrado la equivalencia de los modos *Celarent* y *Camestres*. No se pretende que el modo en la Figura I sea más evidente en sí mismo que el modo en la Figura II. La evidencia en sí misma es una noción psicológica, y lo que es evidente en sí

[16] Se dice de una premisa que está *fortalecida* cuando la misma conclusión podría obtenerse si se la sustituyera por su subimplicante. Si aceptamos la concepción moderna de que las proposiciones universales son existencialmente negativas, en tanto que las proposiciones particulares son existencialmente afirmativas, se desprende de ello que los silogismos que contiene o bien una premisa fortalecida o una conclusión debilitada, son siempre inválidos.

[17] *Véase* p. 107.

[18] El mejor tratamiento de la *Reducción* se encuentra en Keynes, *F. L.*, parte 3ª, capítulo III.

[19] *Véase* el capítulo XII para un examen adicional de la distinción entre un argumento y una forma de implicación.

mismo para una persona no tiene por qué serlo necesariamente para otra. Pero es improbable que alguien que no logre comprender la fuerza lógica del razonamiento en *Camestres*, tenga más probabilidades de comprenderlo en el caso de *Celarent*. La teoría tradicional de la reducción, sin embargo, es que se trata de un *proceso de prueba*. Su propósito es mostrar que un silogismo en una figura que no sea la primera es válido *porque* la misma conclusión (o una equivalente) puede obtenerse de premisas equivalentes en la Figura I. Se supone que un silogismo en la Figura I se pone a prueba directamente mediante la referencia al *dictum de omni*. La teoría tradicional, por lo tanto, no considera el asunto como una cuestión de evidencia en sí misma psicológica. Debe admitirse que el método tradicional de deducir los modos válidos de las figuras sólo basta para mostrar que estos modos no violan ninguna de las reglas silogísticas. En el caso de la Figura I, el *dictum de omni* nos asegura que aquellos modos que no violan las reglas silogísticas son *válidos*. Hasta ahora no hemos formulado ningunos *dicta* que nos den la misma seguridad en el caso de las otras figuras. La doctrina tradicional de la reducción es un resultado de la falta de tales *dicta*. Antes de suplir esta deficiencia, enunciaremos la teoría tradicional de la reducción indirecta. Adoptaremos aquí el simbolismo conveniente que usamos en el capítulo v en el tratamiento de las inferencias inmediatas.

Supongamos que en realidad tuviéramos dudas de que el silogismo

M o P (*Bocardo*)
M a S
∴ S o P

fuera válido, pero que no tuviéramos ninguna duda acerca de la validez de un silogismo en *Barbara*. Entonces podríamos razonar de la siguiente manera: Si *S o P* no es verdadera, entonces su contradictoria, *S a P*, debe ser verdadera. Combinando *S a P* con la premisa menor, *M a S*, obtenemos el silogismo

S a P
M a S
∴ M a P

que está en *Barbara*. Pero su conclusión, *M a P*, es la contradictoria de *M o P*, que es una de las premisas de nuestro silogismo original y nos fue dada, así, como verdadera. Por lo tanto, *M a P* debe ser falsa. Pero es la conclusión de un silogismo válido en la Figura I. En consecuencia, una de sus premisas debe ser falsa. Pero no *M a S*, puesto que ésta fue dada como verdadera. Por lo tanto, *S a P* es falsa. En consecuencia, su contradictoria, *S o P*, es verdadera. *S o P* es establecida indirectamente, puesto que se ha mostrado que su contradictoria, *S a P*, es falsa.

El razonamiento sobre el cual se basa la reducción indirecta des-

cansa en el principio de que, si la conclusión de un silogismo válido es falsa, una u otra de sus premisas (o quizá ambas) debe ser falsa. Esto puede mostrarse claramente si enunciamos el silogismo en la forma implicativa. Hagamos que p represente la premisa mayor, q la premisa menor y r la conclusión de un silogismo válido. Entonces tenemos: Si p y q, entonces r. Contraponiendo esta proposición implicativa, tenemos: Si *no-r*, entonces o bien *no-p* o bien *no-q*, es decir, si la conclusión es falsa, una de las premisas es falsa.

Ha sido usual limitar la reducción indirecta a los modos *Baroco* y *Bocardo*, que no pueden ser reducidos directamente mediante el uso exclusivo de la conversión.[20] Pero cualquier modo en las Figuras II y III puede ser reducido indirectamente a la Figura I.

Utilizando el principio sobre el cual se basa la reducción indirecta,[21] podemos exhibir un conjunto de silogismos como equivalentes de lo que la señora Ladd-Franklin ha llamado la "tríada inconsecuente". Ésta puede ser enunciada en la forma: "Las tres proposiciones, p, q y $\bar{r}$, no pueden ser verdaderas juntas."[22] Cuando las tres proposiciones contienen tres y sólo tres términos, constituyen, según la señora Ladd-Franklin, un *Antilogismo*.[23]

Dado que p, q y $\bar{r}$ forman una tríada inconsecuente, tenemos el siguiente conjunto de implicaciones:

(1) Si p y q, entonces r.

(2) Si p y $\bar{r}$, entonces $\bar{q}$.

(3) Si $\bar{r}$ y q, entonces $\bar{p}$.

Como ejemplo de una tríada inconsecuente en la forma de un antilogismo, podemos tomar:

p, Ningún papa es santo.

q, Hildebrando es un papa.

$\bar{r}$, Hildebrando es santo.

[20] El propio Aristóteles usó la reducción indirecta para otros modos. Así, da un ejemplo aplicado a *Darapti*, en el pasaje que ya hemos citado parcialmente: "De ambas maneras, es decir, directa u ostensiblemente, e indirectamente se forma la primera figura . . . si son probadas *per impossible*, porque, sobre el supuesto de la afirmación falsa, el silogismo se produce por medio de la primera figura; por ejemplo, en la última figura [figura III], si A y B pertenecen a toda C, se desprende que A pertenece a alguna B, pues si A no perteneciera a ninguna B, y B pertenece a toda C, A no pertenecería a ninguna C, pero (como hemos dicho) pertenece a toda C. Y similarmente también con el resto" (*Anal. Priora*, 29*a*, 35).

[21] *Cf.* DE MORGAN, *Formal Logic*, p. 14.

[22] Aquí, como a lo largo de todo el libro, $\bar{r}$, $\bar{p}$, $\bar{q}$, etcétera, representan "no-*r*", "no-*p*", "no-*q*", etcétera, o sea, la contradicción de p, q, r, etcétera, respectivamente.

[23] *Véase* BALDWIN, *Dict. of Philosophy*, artículo "Symbolic Logic".

Tenemos entonces el siguiente conjunto de silogismos:

1. Si	Ningún papa es santo	p
y	Hildebrando es un papa,	q
entonces	Hildebrando no es un santo.	r
2. Si	Ningún papa es santo	p
y	Hildebrando es un santo,	$\bar{r}$
entonces	Hildebrando no es un papa.	$\bar{q}$
3. Si	Hildebrando es santo	$\bar{r}$
y	Hildebrando es un papa,	q
entonces	Algunos papas son santos.	$\bar{p}$

Se advertirá (1) que estos tres silogismos son equivalentes al conjunto de implicaciones dado arriba; (2) que el primero está en la Figura I, el segundo en la Figura II y el tercero en la Figura III. Así vemos que, dado un silogismo válido en la Figura I, la contradicción de su conclusión combinada con la premisa mayor produce un silogismo en la Figura II, el cual tiene como conclusión la contradictoria de la menor original; combinada con la premisa menor original, la contradictoria de la conclusión original produce un silogismo en la Figura III, el cual tiene como conclusión la contradictoria de la premisa mayor original. Hemos mostrado así la interdependencia de las tres figuras.

Vimos anteriormente que la primera figura podría considerarse como la aplicación de una regla general a un caso particular.[24] Representemos por medio de p una proposición que afirma una regla general, ya sea afirmativa o negativamente. Representemos por medio de q una proposición que afirma que cierto caso cae bajo la regla. Entonces r representa una proposición que afirma el resultado de la aplicación de la regla al caso.

Por ejemplo:

Si	Todos los autores famosos son engreídos	(Regla)
y	Bernard Shaw es un autor famoso,	(Caso)
entonces	Bernard Shaw es engreído	(Resultado)

Si ahora negamos que Bernard Shaw es engreído, pero admitimos la regla, debemos negar que Bernard Shaw es un autor famoso. Entonces obtenemos: *Negación del Resultado*, combinado con *Regla*, produce *Negación del Caso*. Éste será un silogismo en la Figura II.

Si, empero, negamos que Bernard Shaw es engreído, pero alegamos que es un autor famoso, debemos negar la regla. Entonces obtene-

[24] *Cf.* Sigwart, *Logic*, i, p. 354, y Keynes, *F. L.*, *loc. cit.*

mos: *Negación del Resultado*, combinado con *Caso*, produce *Negación de la Regla*. Éste será un silogismo en la Figura III.[25]

Generalizando a partir de estos ejemplos, podemos formular *dicta* para las Figuras II y III.

Dictum para la Figura II. Si todo miembro de una clase tiene (o no tiene) una cierta propiedad, entonces cualquier individuo o individuos que no tengan (o tengan) esa propiedad deben ser excluidos de esa clase.

Dictum para la Figura III. Si ciertos individuos tienen (o no tienen) una cierta propiedad, y esos individuos están incluidos en una cierta clase, entonces no todos los miembros de esa clase no tienen (o tienen) esa propiedad.[26]

Estos *dicta* son evidentes en sí mismos en el mismo sentido en que el *dictum de omni* es evidente en sí mismo. En el caso de cada uno de estos *dicta* es probable que sean aprehendidos más fácilmente en primera instancia por medio de un ejemplo enunciado en términos explícitos. Pero, una vez que se advierte que el principio es ejemplificado en un caso particular, puede generalizarse inmediatamente para abarcar otros casos. De tal suerte, se puede decir que advertimos el principio general al aprehender el caso particular.[27]

Es posible tratar la cuarta figura de manera similar. En este caso las tríadas equivalentes producirán silogismos que están, todos ellos, en la Figura IV. W. E. Johnson ha mostrado cómo es posible construir los modos válidos de esta figura a partir del siguiente antilogismo:

"Tomando cualesquiera tres clases, es imposible que
La primera esté totalmente incluida en la segunda mientras
La segunda esté totalmente excluida de la tercera
y La tercera esté parcialmente incluida en la primera."[28]

[25] Se recomienda al estudiante que resuelva estos silogismos siguiendo el modelo que se da en el Antilogismo en la página anterior.

[26] De estos *dicta* pueden deducirse directamente las reglas especiales y los modos válidos, de la siguiente manera: *Figura II* (i) *La premisa mayor debe ser universal*. Esta regla excluye O, I, como premisas mayores. (ii) Una premisa debe ser negativa (puesto que *tienen* y *no tienen* alternan). Esta regla excluye las combinaciones AA, IA, AI. Por lo tanto, los modos válidos son AEE, AOO, EAE, EIO.—*Figura III.* (i) *La premisa menor debe ser afirmativa*; (ii) *La conclusión debe ser particular*. Por lo tanto, no se impone ninguna restricción sobre la premisa mayor, pero ni E ni O pueden ser una premisa menor. En consecuencia, las combinaciones válidas son AAI, IAI, AII, OAO, EAO, EIO.

[27] Esto es un ejemplo de lo que W. E. Johnson llama "inducción intuitiva". Véase *Logic*, II, p. 29, y *cf.* p. 285 más adelante.

[28] *Logic*, II, p. 87. *Cf.* KEYNES, *F. L.*, §§ 266, 272. El tratamiento que da Johnson al silogismo categórico es, con mucho, el mejor desde este punto de vista. Es, sin embargo, tan condensado que sólo pueden estudiarlo con provecho aquellos que ya tienen cierta familiaridad con la doctrina tradicional.

El lector que esté interesado en la prosecución de este desarrollo puede remitirse al tratamiento de Johnson.

La formulación de los *dicta* para las primeras tres figuras nos permite ver claramente que cada figura tiene una propiedad de aplicación especial a una forma de razonamiento especial. La primera figura es apropiada a una argumentación en que, habiendo admitido que una cierta propiedad pertenece a todos los miembros de una cierta clase, reconocemos a un individuo como perteneciente a esa clase y, por lo tanto, concluimos que posee esa propiedad. No es necesario que el término menor sea singular; puede ser una subclase dentro de la clase más amplia,[29] como vimos en el silogismo "Si ningún hombre es infalible y todos los papas son hombres, entonces ningún papa es infalible". Aristóteles dio a esta figura el nombre de "figura científica" (σχῆμα ἐπιστημονικόν), o sea, la figura que nos da *conocimiento,* pues el conocimiento, según Aristóteles, es siempre de la *esencia.* Desde este punto de vista, se considera que el término medio da la *razón por la que* el mayor pertenece (o no pertenece) al menor. Se supone que el silogismo, aquí, afirme una conexión esencial. Aristóteles expresa el asunto así: "De todas las figuras, la más científica es la primera. Por eso es el vehículo de las demostraciones de todas las ciencias matemáticas, como la aritmética, la geometría y la óptica, y prácticamente de todas las ciencias que investigan las causas, pues el silogismo del hecho razonado está, ya sea exclusiva o generalmente hablando y en la mayoría de los casos, en esta figura: una segunda prueba de que esta figura es la más científica, puesto que la aprehensión de una conclusión razonada es la condición primordial del conocimiento. En tercer lugar, la primera es la única figura que nos permite procurar el conocimiento de la esencia de una cosa."[30] En nuestra interpretación del *dictum* hemos subrayado el elemento de clase y nos hemos desviado, así, de la concepción de Aristóteles. Más adelante nos ocuparemos de la naturaleza de la distinción entre estas dos concepciones.

La segunda figura, que admite únicamente conclusiones negativas, está especialmente adaptada para mostrar que un cierto individuo, o individuos, no pertenecen a una clase. Por lo tanto, ha recibido algunas veces el nombre de *Figura de Exclusión.* La tercera figura, que admite únicamente conclusiones particulares, está especialmente adaptada para mostrar que no todos los miembros de una clase tienen una cierta propiedad, o que dos propiedades son compatibles, puesto que ambas son poseídas por un cierto individuo, o individuos. Así podemos argumentar que "Si Spencer es un poeta y Spencer es un erudito, entonces el ser un poeta no es incompatible con ser un erudito". Esta figura ha recibido en ocasiones el nombre de *Figura In-*

[29] Se recordará que los lógicos tradicionales no distinguían entre estos dos casos.

[30] *Anal. Priora,* 79*a,* 17. *Cf.* 42*b,* 30.

ductiva, puesto que la producción de ejemplos que tienen el carácter *c* y también *c'* sugiere que quizá *c* y *c'* están esencialmente conectados.

§ 5. *Ambigüedad de los términos*

Se acostumbra incluir, entre las reglas generales del silogismo, una al efecto de que "el término medio no debe ser ambiguo". Keynes introduce una leve mejora al enunciar esta regla de la siguiente manera: "Ninguno de los tres términos de un silogismo puede usarse ambiguamente." Es claro que, si ha de incluirse una regla para evitar la ambigüedad, debe ser aplicable tanto a los términos mayor y menor como al medio. Pero esta regla está garantizada por la regla de que sólo debe haber *tres* términos, pues un "término ambiguo" no es, en realidad *un* término sino dos. Por lo tanto, la ambigüedad implica lo que se conoce como la falacia de *quaternio terminorum,* o sea, la falacia de cuatro términos. [31] Por ejemplo, el silogismo "Todos los políticos ponen los intereses de su partido por encima de los intereses del Estado; Baldwin es un político; por lo tanto, Baldwin pone los intereses de su partido por encima de los intereses del Estado" entrañará la falacia de cuatro términos si "políticos" en la premisa mayor se emplea en un sentido distinto del que se le da en la premisa menor. Por ejemplo, en la mayor, "políticos" puede significar "politicastros de partido"; y en la menor puede significar "hombres que ocupan posiciones oficiales en el gobierno". En ese caso tenemos cuatro términos, y puede ser que la diferencia entre las dos interpretaciones de "político" sea pertinente a la característica que se predica de "politicastros de partido", es decir, "políticos" en la premisa mayor. La dificultad se deriva de la vaguedad de la *palabra* "político", que puede dar margen a la ambigüedad. En la aplicación de cualquier regla a un caso particular, es obviamente necesario estar seguros de que el "caso" enunciado en la premisa menor *es* realmente un caso. Al representar el silogismo mediante símbolos no puede producirse ninguna ambigüedad, porque los símbolos son, como tales, *precisos* y, por lo tanto, no ambiguos. En esto consiste el valor de los símbolos. Pero, en el tratamiento tradicional del silogismo, el énfasis ha sido puesto principalmente en los elementos noformales del razonamiento; de aquí que las dificultades que se derivan de la naturaleza de los símbolos *verbales* no pueda ser ignorada. Ciertamente, la inclusión de la regla acerca del término medio ambiguo muestra que los lógicos tradicionales estaban conscientes de que lo que *parece* ser un término medio puede no ser capaz de conectar. En el capítulo II señalamos que la distinción entre los términos "equívocos" y los "unívocos" se establecía en una forma absurda. La

[31] *Véase* KEYNES, *F. L.,* § 199. Keynes reconoce que los "términos ambiguos" implican la falacia de cuatro términos. Ello no obstante, considera necesario añadir esta regla.

facilidad con que pueden descubrirse los diferentes *significados* de "vice", "spirits", "fair", "light", etcétera, revela que estas palabras no son equívocas. La falacia de dar por admitido el punto que se discute puede constituir un buen ejemplo de términos ambiguos. Dar por admitido el punto que se discute equivale a suponerlo. Esto se logra frecuentemente por medio de términos dislogísticos o eulogísticos. Por ejemplo, cierto acontecimiento histórico recibe el nombre de "Reforma", de lo cual se puede suponer que hubo un cambio conducente a una mejora, debido al uso corriente de "reforma" como significativo de "mejora". Las falacias de la ambigüedad son sumamente corrientes en las discusiones políticas y religiosas. La *Lógica de Port Royal* abunda en ejemplos de esta falacia, por ejemplo: "Si Dios es justo, los pecadores serán castigados"; "Nadie es capaz de abandonarse a sí mismo; todo hombre es un enemigo de sí mismo; por lo tanto, hay algunos enemigos a los que no podemos abandonar."

Los proverbios familiares constituyen ejemplos de ambigüedad que implicarían falacias si se les tomara al pie de la letra. Por ejemplo: "En boca cerrada no entran moscas." Por esta razón, a menudo se encuentra un proverbio contrario: "Hablando se entiende la gente." Para trazar la línea divisoria entre los casos a los que es aplicable el primer proverbio y los casos a los que es aplicable el segundo, se requiere un buen criterio. Ello resulta obvio en tales ejemplos. Pero éstos son sólo ejemplos muy vivos del peligro de los términos ambiguos. Es casi imposible dar un ejemplo breve y convincente de una ambigüedad que sea realmente grave por no ser obviamente transparente. Muchos de los sofismas de los griegos están basados en ambigüedades de este tipo. Mucho de lo que pasa por razonamiento en los debates políticos contiene falacias no menos absurdas, pero *menos obvias*, que los ejemplos que hemos dado.

Puede suponerse que la lógica no tiene que ver con las falacias debidas a palabras absurdas, puesto que la lógica es el estudio de la forma, y todo razonamiento es *concluyente* sólo en virtud de su forma. Sin embargo, razonamos acerca de los asuntos de la vida cotidiana. En realidad aplicamos reglas a casos y argumentamos que "tal o cual cosa es el caso" porque "otra cosa es tal o cual". Si el silogismo tiene alguna significación en el procedimiento real del pensamiento reflexivo, entonces es necesario tomar en cuenta las falacias de ambigüedad Pero la ambigüedad no es una cuestión de *forma*. Nadie aceptaría la siguiente argumentación: "Todos los obispos se mueven sólo diagonalmente; Winnington Ingram es un obispo; luego él se mueve sólo diagonalmente." Y, sin embargo, según el tratamiento tradicional, éste es un silogismo *formalmente* correcto. Existe una mala costumbre, común a los autores de textos de lógica, que consiste en usar premisas obviamente falsas de las cuales se deduce una conclusión verdadera. Welton da el ejemplo:

Los leones son herbívoros
Las vacas son leones
∴ Las vacas son herbívoras. [32]

De esto sólo puede decirse que, *o bien* las premisas pretenden ser significativas, y en ese caso la conclusión no se desprende, *o bien* las *palabras* empleadas en las premisas se emplean meramente como símbolos, meros Ms, Ss y Ps, y entonces la conclusión no es *verdadera* ni falsa, sino que es la *conclusión implicada*. Esta consideración nos conduce a la distinción entre la validez y la verdad, de la cual nos ocuparemos en un capítulo próximo.

Aquí basta con apuntar que, en el grado en el que se trate al silogismo como una mera *forma de implicación*, no pueden surgir ambigüedades y en el grado en que se le trate como un medio para obtener una auténtica conclusión, de la que se pueda afirmar que sea verdadera, estará sujeto a aquellas falacias de ambigüedad contra las que las reglas formales no ofrecen ninguna garantía.

§ 6. *El empleo de símbolos en el silogismo tradicional*

El rápido desarrollo de la ciencia de la lógica durante los últimos treinta o cuarenta años se debe principalmente, sin duda alguna, al empleo sistemático de símbolos y a la consecuente invención de un simbolismo más y más adecuado. En los capítulos VIII-X trataremos acerca de la naturaleza precisa de este simbolismo y su importancia en el desarrollo de la lógica. Aquí sólo intentaremos determinar en qué medida ha sido simbólico el tratamiento tradicional del silogismo.

Podría preguntarse qué es lo que constituye un tratamiento simbólico de un asunto. En el capítulo II vimos que todo lenguaje es simbólico en el sentido de que, con la excepción de los signos puramente demostrativos, es un sistema de signos arbitrarios utilizados para significar ciertos rasgos de una situación que han sido abstraídos de su contexto. De tal suerte, el empleo del lenguaje nos permite abreviar nuestras referencias, indicar de manera más o menos no ambigüa y precisa, y referirnos a lo que no está sensorialmente presentado. "Un crepúsculo entre nubes significa un día siguiente lluvioso." En esta oración, las palabras escritas antes de *significa* son un conjunto de símbolos que abrevian y abstraen a partir de una situación compleja a fin de conectar *esa situación* con otra, abreviada y abstraída por medio de las palabras que siguen a *significa*. Supongamos que ahora llevamos el proceso de abreviación más adelante y representamos el primer conjunto de palabras con *M* y el segundo con *P*. Entonces obtenemos "*M* significa *P*". Éste es un simbolismo abstracto de una regla *generalizada por medio de los símbolos empleados*.

[32] WELTON y MONAHAN, *An Intermediate Logic*, p. 214.

La generalidad no es tan obvia en el caso de los símbolos verbales, pero aparte cierto grado de generalización, no podría haber regla alguna.

El lenguaje tiene que abreviar constantemente. Si intentáramos emplear una frase que comunicara el mismo significado que la palabra "civilización" comunica al ciudadano inglés culto ordinario, las oraciones en que ocurre esta palabra pronto se harían inmanejables, de tal modo que no seríamos capaces de aprehender el sentido de lo que se dijera. Por lo tanto, es obvio que al intentar hacer explícita la forma de nuestro pensamiento reflexivo, nos vemos obligados a emplear símbolos. Así Aristóteles, al explicar la forma del silogismo, encontró necesario usar símbolos literales. Se sintió más seguro de la validez de su razonamiento cuando dijo: "Si *R* pertenece a alguna *S* y *P* a toda *S*, *P* debe pertenecer a alguna *R*", [33] que lo que se hubiese sentido si sólo hubiera empleado ejemplos concretos como "movimiento", "despierto", "animal". [34] Aristóteles empleó símbolos *para someter a prueba la validez* de su razonamiento mediante el recurso de exhibir su *forma*. Esto es lo que constituye un tratamiento simbólico del silogismo. Como ha señalado Boole: "Las formas canónicas del silogismo aristotélico son simbólicas en realidad, sólo que los símbolos son menos perfectos en su clase que los de las matemáticas. Si se les emplea para poner a prueba la validez de un argumento, suplantan tan verdaderamente el ejercicio de la razón como lo hace una referencia a una fórmula de análisis." [35] El empleo de símbolos implica abreviación, abstracción, énfasis en la forma. Esto es lo primero que es esencial al simbolismo: *revelar la forma*. En la medida en que el tratamiento tradicional del silogismo es *formal*, en esa misma medida es *simbólico*. Por lo tanto, encontraremos que el incremento de la generalidad en el tratamiento de la lógica, característico de los tiempos modernos, es el desarrollo del tratamiento iniciado por Aristóteles.

El propósito del tratamiento aristotélico de la lógica consiste en reducir las expresiones multiformes del pensamiento reflexivo ordinario a una forma única de expresión, con la finalidad exclusiva de poner a prueba su validez. Este énfasis en la forma constituye el valor de la *teoría* del silogismo. El intento posterior de reducir estas diversas, y en realidad irreductibles, formas de expresión a *una* forma, es la causa de la relativa esterilidad de la lógica aristotélica. En esto radica su principal debilidad. Este defecto es, en buena medida, el resultado del desarrollo imperfecto de los símbolos, puesto que Aristóteles, apoyándose demasiado en las formas lingüísticas accidentales, no vio la necesidad de simbolizar las *relaciones* que rigen entre los términos de un silogismo. Pero no podemos argumentar de la similitud de la forma gramatical a la similitud de la forma lógica; por lo tanto, no

[33] *Anal. Priora*, 28*b*, 12.
[34] *Loc. cit.*, 38*b*, 1.
[35] *The Mathematical Analysis of Logic* (1847), p. 11.

podemos suponer que las oraciones en que el *verbo conectivo* es el mismo, expresan la misma *relación lógica*. Couturat ha dicho que "la invención del verbo *ser* es una de las conquistas del espíritu lógico". [36] Russell, por el contrario, ha afirmado que el uso de "es" para expresar tanto la predicación como la identidad "es una vergüenza para la especie humana". [37] En ambas afirmaciones hay algo de verdad, como veremos más adelante. Aquí nos interesa sólo señalar que ambas subrayan la importancia de un símbolo como medio para expresar la forma en virtud de su naturaleza abstracta. El empleo de los símbolos por parte de Aristóteles es el primer intento de formular las condiciones de validez en el razonamiento.

Concluimos este capítulo sobre el silogismo con la reflexión de que, absurdos como son algunos de los tecnicismos tradicionales y lamentable como es su análisis defectuoso, el silogismo tradicional es *una* forma importante del razonamiento. Johnson ha resumido admirablemente el valor del estudio del silogismo tradicional. Dice al respecto: "El silogismo es prácticamente importante, porque representa la forma en que las personas que carecen de adiestramiento en la técnica lógica argumentan constantemente. Es teóricamente importante, porque exhibe, en su modalidad más simple, los principios fundamentales que se encuentran en la base de toda demostración, ya sea deductiva o inductiva. Es *educativamente* importante, porque el establecimiento de sus modos válidos y la sistematización y coordinación de sus reglas proporcionan un ejercicio para el pensamiento que no es inferior, y en algunos aspectos es superior, al que proporcionan las matemáticas elementales." [38]

En todos estos tres aspectos, el silogismo tradicional conserva su valor. Pero ya no es posible considerar que constituye todo el dominio de la deducción. [39]

[36] "Principles of Logic", *Ency. Philos. Sciences*, I, p. 196.

[37] *Introd. Math. Philos.*, p. 172.

[38] W. E. J., parte 2ª, p. 102.

[39] Examinaremos otras formas deductivas en los capítulos VII y X. Los principios generales de la deducción serán examinados en los capítulos XII y XXIV.

VII. ARGUMENTOS COMPUESTOS Y SILOGISMOS IRREGULARES

"Os he dado un argumento, pero no estoy obligado a daros una intelección." —SAMUEL JOHNSON

§ 1. *Los modos*

EN ESTE párrafo nos ocuparemos de una forma de inferencia que ocurre frecuentemente en la vida cotidiana y de la que, a partir de la conjunción de una premisa combinada con una premisa simple, se infiere una conclusión simple. Podemos empezar ofreciendo ilustraciones tomadas de la experiencia ordinaria, en las que se emplea este modo de razonamiento.

Ejemplo I. Dos personas a la orilla del mar pueden estar observando, al mismo tiempo, un pequeño objeto negro que se mueve hacia arriba y hacia abajo en la superficie del agua. Una de las personas dice: "Eso debe de ser una foca." La otra replica: "No, estoy seguro de que es el flotador de una jaula para pescar langostas." Después de transcurrido algún tiempo, las dos personas vuelven a observar el objeto y la segunda persona dice: "No puede ser una foca, pues ha permanecido mucho tiempo en el mismo lugar." La primera persona replica: "Bueno, entonces debe de ser el flotador de una jaula para pescar langostas."

Este argumento puede analizarse de la siguiente manera:

(1) "Si ese objeto permanece en el mismo lugar durante algún tiempo, no puede ser una foca;
Pero ha permanecido en el mismo lugar durante algún tiempo;
Por lo tanto, no puede ser una foca".

(2)"O bien es una foca o bien es el flotador de una jaula para pescar langostas;
Pero no es una foca;
Por lo tanto, es el flotador de una jaula para pescar langostas."

En (1) la primera premisa es una premisa combinada de la forma

implicativa; la segunda premisa es una proposición simple que afirma el implicando de la premisa implicativa; la conclusión es una premisa simple que afirma el implicado. Es obvio que esta inferencia es válida.

En (2) la primera premisa es una proposición combinada de la forma alternativa; la segunda premisa es una proposición simple en que se niega uno de los alternantes. La conclusión es una proposición simple en que se afirma el otro alternante. Es obvio que esta inferencia es válida.

Ejemplo II. "No se puede sostener que la pena capital sea un freno efectivo para los asesinos potenciales, y al mismo tiempo admitir que la mayoría de los asesinatos se cometen en circunstancias que impiden una consideración adecuada de las consecuencias.[1] Pero sí se admite lo segundo; por lo tanto, debe admitirse que la pena capital no es un freno efectivo. Más aún, si la pena capital fuese un freno efectivo, habría habido un aumento en el número de asesinatos, durante cierto número de años, en aquellos países donde la pena capital ha sido abolida. Pero éste no ha sido el caso. Por lo tanto, la pena capital no es un freno efectivo."

En este examen, se considera que dos conjuntos diferentes de circunstancias implican la conclusión de que "la pena capital no es un freno efectivo". El argumento puede analizarse de la siguiente manera:

(A) No ambas: la pena capital es un freno efectivo, y también la mayoría de los asesinatos se cometen en circunstancias que impiden la consideración de las consecuencias;

Pero, La mayoría de los asesinatos se cometen en tales circunstancias;

Por lo tanto, La pena capital no es un freno efectivo.

(B) Si la pena capital fuese un freno efectivo, su abolición habría provocado un aumento en el número de asesinatos;

Pero, Su abolición no ha provocado tal aumento;

Por lo tanto, La pena capital no es un freno efectivo.

Es obvio que la inferencia es válida tanto en (A) como en (B).

Ejemplo III. "Si uno odia a su padre, soñará que trató de asesinarlo. Pero uno efectivamente soñó que trató de asesinarlo, así que debe de odiarlo."

Ejemplo IV. "Yo sabía que si miraba la luna a través de un cristal, tendría mala suerte; pero no lo hice, así que no tendré mala suerte."

[1] *Véase* R. CALVERT, *Capital Punishment,* p. 59. En estos ejemplos no nos interesa, desde luego, sostener que las premisas son *verdaderas,* puesto que estamos investigando las relaciones entre las premisas y la conclusión. Estamos, sin embargo, considerando estas inferencias como formas de argumentación en las que se supone que las premisas han sido *admitidas.*

Ejemplo V. "Para obtener un buen puesto en el Servicio Civil, uno debe ser muy listo o bien tener amigos influyentes. Pero, puesto que él tiene amigos influyentes, se desprende de ello que no es muy listo."

Los tres últimos ejemplos son inferencias obviamente inválidas.

Ahora podemos enunciar formalmente la naturaleza del razonamiento que se aplica en los argumentos de estos tipos. En cada caso añadiremos el nombre latino tradicional de la forma.

MODOS COMPUESTOS

1. *Modus ponendo ponens.*[2]

Si *p*, entonces *q*. Premisa implicativa.
p. Premisa simple que afirma el implicando.
∴ *q*. Conclusión simple que afirma el implicado.

2. *Modus tollendo tollens.*

Si *p*, entonces *q*. Premisa implicativa.
no *q*. Premisa simple que niega el implicado.
∴ no *p*. Conclusión simple que niega el implicando.

3. *Modus tollendo ponens.*

O bien *p* o bien *q*. Premisa alternativa.
no *p*. Premisa simple que niega una alternativa.
∴ *q*. Conclusión simple que afirma otra alternativa.

4. *Modus ponendo tollens.*

No ambas *p* y *q*. Premisa disyuntiva.
q. Premisa simple que afirma una disyunta.
∴ no *p*. Conclusión simple que niega otra disyunta.

Hay dos formas con una premisa implicativa, pero sólo una forma con una premisa alternativa, y sólo una con una premisa disyuntiva. Esta diferencia se debe al hecho de que, como vimos en el capítulo v, el orden en que ocurren las premisas simples en las proposiciones alternativa y disyuntiva es indiferente, pero éste no es el caso por lo que toca a la premisa implicativa.[3] Por lo tanto, hay dos formas, según que la premisa simple sea la afirmación del implicando o la

[2] Estos nombres bárbaros se derivan de los verbos latinos *ponere*, afirmar, y *tollere*, negar. En consecuencia, pueden interpretarse de la siguiente manera: (1) El modo que, al afirmar, afirma; (2) El modo que, al negar, niega; (3) El modo que, al negar, afirma; (4) El modo que, al afirmar, niega.

[3] *Véase* el capítulo v, § 3.

negación del implicado. Si se niega el implicando, no puede inferirse que el implicado puede ser negado; si se afirma el implicado, no puede inferirse que el implicando puede ser afirmado.[4] Pues si pudiéramos tratar el implicando y el implicado de la misma manera, se desprendería de ello que es posible intercambiarlos simplemente.

Las reglas para estos modos de inferencia pueden ser enunciadas de la siguiente manera:

1. *Ponendo ponens.* De la afirmación del implicando se desprende la afirmación del implicado.

2. *Tollendo tollens.* De la negación del implicado se desprende la negación del implicando.

3. *Tollendo ponens.* De la negación de una alternante se desprende la afirmación de la otra alternante.

4. *Ponendo tollens.* De la afirmación de una disyunta se desprende la negación de la otra disyunta.

Se advertirá que en el Ejemplo III la inferencia es inválida puesto que el implicado ha sido afirmado. Se podría llegar a esta conclusión sólo si el implicado no se desprendiera *de ninguna otra premisa* que no fuera el implicando. En ese caso, la premisa combinada podría enunciarse en la forma: "Si uno sueña que trató de asesinar a su padre, entonces uno odia a su padre." Esto, sin embargo, es la simple conversa de la premisa implicativa y no es su equivalente, aunque no es incompatible con ella. En el Ejemplo IV la invalidez se debe al hecho de que el implicando ha sido negado. Es obvio que hay otras condiciones de mala suerte además de mirar la luna a través de un cristal, aun admitiendo que ésa *sea* una condición, lo cual se supone mediante la afirmación de la premisa implicativa.

La inferencia en el Ejemplo V es inválida puesto que, de la afirmación de una alternante, se infiere que la otra alternante puede ser negada. Éste sería el caso sólo si las alternantes fueran exclusivas. Pero ya vimos en el capítulo v que esto no puede suponerse.

Si en una inferencia disyuntiva una de las disyuntas es negada, no se desprende de ello que la otra pueda ser afirmada. Esta falacia ocurre menos comúnmente que las otras tres en el razonamiento cotidiano. Se observará que la falacia de afirmar una alternativa y de negar una disyunta equivale, en cada caso, a intentar el tratamiento de la premisa combinada como si ésta equivaliese a la *conjunción* de la premisa alternativa y la premisa disyuntiva correspondiente. De "no ambas p y q, y ni p ni q", podemos inferir que, si p es afirmada, q puede ser negada; y si q es negada, p puede ser afirmada.

[4] Puesto que el nombre tradicional del implicando es "antecedente", y el del implicado es "consecuente", esta falacia se conoce como la falacia de *la afirmación del consecuente.*

Los modos inválidos de inferencias pueden resumirse de la siguiente manera: [5]

1. *Implicativa*: Si p, entonces q; pero q; ∴ p.

2. *Implicativa*: Si p, entonces q; pero $\bar{p}$; ∴ $\bar{q}$.

3. *Alternativa*: O bien p o bien q; pero q; ∴ $\bar{p}$.

4. *Disyuntiva*: No ambas p y q; pero $\bar{q}$; ∴ p.

Un argumento en la vida cotidiana se emplea a menudo *simplemente* para resolver un estado de duda. La persona que interroga piensa en varias posibilidades y razona acerca de lo que se desprendería si un supuesto dado fuese correcto. Ésta es la actitud del hombre que piensa meramente a fin de resolver un problema práctico. Desde el punto de vista del estado mental del pensante, la actitud es muy diferente, según que sostengamos un implicado a fin de ver qué se desprende de él, de manera que podamos llegar a una conclusión que ha de ser afirmada como verdadera; o según que consideremos lo que se desprende del implicado como tal. Esta diferencia corresponde a la diferencia entre lo que hemos llamado una *implicación* y un *argumento*. La forma apropiada de una implicación es "Si ... entonces ...", y puede haber varias proposiciones afirmadas conjuntivamente en el implicado. La forma apropiada de un argumento es "Tal o cual, y tal o cual ... y, *por lo tanto*, tal o cual".

Ahora bien, si deseamos afirmar la conclusión como verdadera, nos importa determinar la verdad de las premisas. La conjunción "si" expresa frecuentemente un estado de suspenso mental, vacilación o duda. Más aún, estos estados mentales *sólo* pueden ser expresados en forma apropiada mediante un "si". Por lo tanto, algunos lógicos han supuesto que una proposición de la forma "Si p, entonces q" expresa esencialmente duda. Pero es claro que éste no es el caso. *Puede* haber duda en cuanto a que la premisa p sea verdadera; pero la proposición combinada *afirma* la conexión de implicación entre p y q; es decir, afirma que "p implica q".

La proposición implicativa se conoce a veces como la proposición "*hipotética*", a veces como la proposición "*condicional*". Una *hipótesis* es una suposición, y una suposición se hace y se sostiene por lo general para ver qué se desprende de ella. El problema de si las proposiciones de la forma "Si p, entonces q" deben llamarse "hipotéticas" o "implicativas" es, sin duda, principalmente un problema de palabras. Pero parece conveniente usar el nombre "implicativa" puesto que su forma verbal no sugiere duda y, además, en el examen

[5] *Cf.* KEYNES, *F. L.*, § 317. Un tratamiento amplio de los cuatro modos se encuentra en los capítulos V y VI de la parte 3ª de la obra de Keynes.

del método científico es deseable usar el término "hipótesis" en un sentido más amplio que el que sugeriría "hipotético".[6]

§ 2. *El dilema*

Un dilema es esencialmente —según lo sugiere el uso popular de la frase "Estoy en un dilema"— una forma de *argumento* cuyo propósito es mostrar que, de cualquiera de dos alternativas, se desprende una conclusión indeseable. Si se le utiliza hábilmente, puede ser efectivo en un orador y divertido para un auditorio. Su forma lógica consiste en la combinación de premisas implicativas y disyuntivas. Puede definírsele de la siguiente manera: Un dilema es un argumento compuesto que consiste en una premisa en la que se afirman conjuntivamente dos proposiciones implicativas, y una premisa en la que cualquiera de los implicantes son alternativamente afirmados o los implicados alternativamente negados.[7]

Se han distinguido varias formas del dilema. Bastará con añadir sus nombres apropiados.

I. Dilema constructivo

(A) *Simple*

Si *p*, entonces *q*; y si *r*, entonces *q*,
Pero o bien *p* o bien *r*,
∴ *q*.

(B) *Complejo*

Si *p*, entonces *q*; y si *r*, entonces *n*,
Pero o bien *p* o bien *r*,
∴ o bien *q* o bien *n*.

[6] Existe una considerable diferencia de terminología entre los lógicos por lo que se refiere a las proposiciones combinadas. La implicativa es llamada a veces *hipotética*, a veces *condicional*; estas mismas se consideran a veces como sinónimas, y a veces se las distingue (*véase* Keynes, *F. L.*, capítulo IX de la parte 1ª). La *alternativa* es llamada usualmente *disyuntiva* (como señalamos en el capítulo IV), y a veces tanto las proposiciones "hipotéticas" como las "disyuntivas" son agrupadas como proposiciones "condicionales". Esta confusión de terminología es lamentable. No es necesario que el estudiante recuerde estos nombres diferentes, puesto que "implicativa", "alternativa" y "disyuntiva", tal como se las usa en este libro, serán por ahora familiares a todos.

[7] Si hay tres premisas implicativas, el argumento recibe el nombre de *trilema*; si hay cuatro, *cuadrilema*; si hay más de cuatro, *polilema*. Estos últimos ocurren raramente, y a veces se usa el nombre "dilema" para todos.

II. Dilema destructivo

(A) *Simple*

Si *p*, entonces *q*; y si *p*, entonces *r*,
Pero o bien no-*q* o bien no-*r*,
∴ no *p*.

(B) *Complejo*

Si *p*, entonces *q*; y si *r*, entonces *n*,
Pero o bien no-*q* o bien no-*n*,
∴ o bien no *p* o bien no *r*.

Es obvio que las reglas para los tres modos de argumentos implicativos y alternativos son aplicables al dilema y no es necesario reenunciarlos.

El dilema es considerado algunas veces como un modo de argumento peculiarmente falaz. Esto, sin embargo, no se debe a su forma, sino a la dificultad de encontrar premisas que sean verdaderas y sin embargo cumplan las condiciones de la forma. Es obvio que, considerado como un argumento para establecer la verdad de la conclusión, la fuerza de la situación dilemática presentada en la premisa alternativa depende de la condición de que las alternantes deben ser *exhaustivas*. Si hay una tercera alternativa, entonces podemos "escapar entre los cuernos del dilema".

Así, un anciano pesimista que camina de prisa por una carretera resbalosa para tomar un tren en una estación rural, podría formularse la situación en la forma del siguiente dilema:

"Si corro y resbalo, entonces no puedo llegar a la estación a tiempo;
y Si no corro, no puedo llegar a la estación a tiempo;
Pero o bien debo correr y resbalar o bien no debo correr;
Por lo tanto, no puedo llegar a la estación a tiempo."

Admitida la verdad de sus premisas, el anciano puede haber pasado por alto el hecho de que el tren acaso llegue con retraso a la estación.

Se dice que un dilema es *refutado* si se construye otro dilema que conduzca a una conclusión contradictoria de la primera. Se dice que un dilema ha sido *cogido por los cuernos* cuando las alternativas son aceptadas, pero las implicaciones extraídas de ellas son negadas. Estos modos pintorescos de argumento no tienen significación lógica. [8]

[8] Quienes deseen ilustraciones concretas de todas estas diversas formas y recursos, deben recurrir a Joseph, *op. cit.*, capítulo XVI.

*§ 3. *Polisilogismos*

Un polisilogismo es una serie de silogismos en la que la conclusión de uno es una premisa del siguiente. En tal serie, el silogismo cuya conclusión viene a ser una premisa en el silogismo siguiente recibe el nombre de *prosilogismo*; un silogismo que tiene como una de sus premisas la conclusión del silogismo precedente recibe el nombre de *episilogismo*. Si la serie contiene más de un silogismo, entonces todos los silogismos, excepto el primero y el último, serán al mismo tiempo un episilogismo y un prosilogismo.

Los sorites. Un sorites es un polisilogismo en el cual sólo la conclusión final es enunciada, y el cual está construido de tal modo que cualesquiera dos premisas sucesivas contienen un término común.

Generalmente se reconocen dos formas de sorites:

(1) *El sorites aristotélico*. La premisa menor se enuncia en primer lugar, y el término que es común a dos premisas sucesivas ocurre primero como predicado y después como sujeto.

Toda A es B
Toda B es C
Toda C es D
Toda D es E
∴ Toda A es E

Las reglas especiales del sorites aristotélico son:[9]

(i) Sólo una premisa —la última— puede ser negativa. (La violación de esta regla implicaría dos premisas negativas en uno de los silogismos constituyentes.)

(ii) Sólo una premisa —la primera— puede ser particular. (La violación de esta regla implicaría un término medio indistribuido.)

2. *El sorites goclénico*.[10] La premisa mayor se enuncia en primer lugar, y el término que es común a las dos premisas sucesivas ocurre primero como sujeto y después como predicado.

Toda D es E
Toda C es D
Toda B es C

[9] El estudiante puede probar estas reglas fácilmente por sí mismo. Puede que le parezca aconsejable disponer la serie de silogismos como un todo, supliendo la conclusión que falta en cada caso. Un examen amplio de las diversas formas en que pueden enunciarse los sorites se encuentra en KEYNES, *F. L.*, §§ 325-6.

[10] Así llamado en honor de Goclenio, de quien se dice que introdujo esta forma.

Toda A es B
∴ Toda A es E.

Las reglas especiales del sorites goclénico.

(i) Sólo una premisa —la primera— puede ser negativa.

(ii) Sólo una premisa —la última— puede ser particular.

*§ 4. *El epiqueirema y los argumentos abreviados*

Un epiqueirema no es una forma especial de argumento, sino un modo abreviado de enunciar un argumento. En el capítulo VI vimos que un silogismo con una proposición omitida recibe el nombre de entimema. Un *epiqueirema* es un silogismo en el que una o ambas premisas están enunciadas como la conclusión de un prosilogismo entimemático. Por ejemplo:

Todas las medidas propuestas por los ministros conservadores para la protección de las industrias deben considerarse con recelo porque son primeros pasos hacia el proteccionismo;

Éstas proposiciones son medidas propuestas por los ministros conservadores para la protección de las industrias;

∴ Deben ser consideradas con suspicacia.

La forma es: Todo M es P ∵ es N,
Todo S es M
∴ Todo S es P.

Éste es un epiqueirema simple. Cuando ambas premisas son enunciadas como la conclusión de un prosilogismo entimemático, el epiqueirema se considera *doble.*

En un argumento razonado es cosa usual el omitir no sólo premisas simples, sino también un silogismo entero que el oyente puede suplir fácilmente. O bien un argumento puede ser meramente sugerido. En este caso no resulta difícil, a menudo, suplir los eslabones que faltan. Pero la omisión de una premisa conectiva puede conducir a una falacia que se advertiría si el argumento fuera enunciado de manera completa. Por esa razón los breves ejemplos que se ofrecen en los libros de texto de lógica parecen tan obvios, y sin embargo los errores elementales en el razonamiento ocurren frecuentemente. El siguiente es un ejemplo de argumento razonado cuyas premisas faltantes puede suplirlas con facilidad el lector, en cuyas manos quedaría el poner a prueba la validez del argumento:

"Si no podemos estar seguros de la existencia independiente de los objetos, no podemos estar seguros de la existencia independiente de los cuerpos de otras personas, y por lo tanto menos aún de las mentes de otras personas, puesto que no tenemos razones para creer en sus mentes

excepto aquellas tales como las que se derivan de la observación de sus cuerpos. Así, pues, si no podemos estar seguros de la existencia independiente de los objetos, nos quedaremos solos en un desierto: puede ser que todo el mundo exterior no sea más que un sueño, y que sólo nosotros existimos."

(BERTRAND RUSSELL, *Problems of Philosophy*, p. 267.)

Algunas veces un argumento puede ser *enunciado* como una premisa simple, suponiéndose que es obvio que el oyente suplirá la premisa faltante y deducirá así la conclusión. Por ejemplo:

(1) "Si ese muchacho regresa, me comeré mi cabeza." (*Oliver Twist.*)

(2) "Si estamos señalados para morir, somos bastantes como para que nuestro país sufra una pérdida; y si estamos señalados para vivir, mientras menos seamos, mayor será la parte del honor que le toque a cada uno."

(3) "Estoy frito si sé de qué hablas." [11]

Ninguno de estos modos de expresión presenta ninguna dificultad lógica.

§ 5. *Relaciones y argumentos relacionales*

En este párrafo nos ocuparemos de los argumentos que los lógicos tradicionales trataron muy torpemente, debido a su restricción de las premisas a la forma de sujeto-predicado. En el capítulo VI vimos que tales argumentos como "Tomás es tan alto como María, María es tan alta como Juana, luego Tomás es tan alto como Juana" no podían ser incluidos en el silogismo. Los lógicos tradicionales hicieron varios intentos de expresar tales argumentos en forma silogística. Pero estos intentos fueron tan fútiles como ridículos. [12]

La validez de las inferencias en las que las premisas son relacionales depende de las propiedades lógicas de las relaciones implicadas. Empezaremos, por lo tanto, examinando aquellas propiedades de las relaciones que están implicadas en el análisis de aquellos argumentos relacionales que más frecuentemente ocurren en la discusión ordinaria. En el capítulo XII mostraremos que toda deducción depende de las propiedades lógicas de las relaciones. Importantes como son las propiedades de las relaciones, sólo en tiempos recientes han sido estudiadas y definidas cuidadosamente.

Las relaciones pueden ser clasificadas de tres diferentes maneras, independientes entre sí, según que posean o no posean ciertas propie-

[11] *Véase* W. E. J., parte 1ª, capítulo III, § 8.

[12] Para un examen de estos intentos, *véase* KEYNES, *F. L.*, § 330.

dades. En lo que sigue nos ocuparemos únicamente de las relaciones diádicas, y sólo de dos de estas clasificaciones.

Hemos señalado ya que las relaciones tienen una dirección o *sentido.* Es decir, una relación entre dos términos procede *del* uno *al* otro. Así, en "Bruto mató a César" la relación expresada por "mató" va *de* Bruto *a* César. En "César mató a Bruto" va *de* César *a* Bruto. Por lo tanto, estas dos proposiciones son diferentes aun cuando los términos y la relación son los mismos; la diferencia consiste en que la relación "mata" *ordena* los términos en la dirección *Bruto* → *César* en una proposición, y en la dirección *César* → *Bruto* en la otra. El hecho de *que Bruto mató a César* puede ser expresado por la proposición "César fue matado por Bruto" así como por la proposición "Bruto mató a César". Estas dos proposiciones son conversas equivalentes. Toda proposición relacional tiene una conversa, que consiste en intercambiar los términos con, o sin, un cambio en la relación que se afirma rige entre ellos. El término *del* cual procede la relación recibe el nombre de *referente;* el término *al* cual procede la relación recibe el nombre de *relatum.*[13] Así, el intercambio de relatum y referente da la conversa de la relación original. Resulta conveniente simbolizar una proposición relacional que implica dos términos mediante la fórmula "x R y". Aquí x representa el referente, y el relatum, R la relación. Podemos resumir lo que hemos estado diciendo de la siguiente manera: Si x e y son cualesquiera dos términos entre los cuales rige la relación R, en la dirección $x \rightarrow y$, entonces existe alguna relación (llamémosla R') que rige entre y y x, en la dirección $y \rightarrow x$. Así, R' será la conversa de R.

Clasificación de las relaciones. I. *Relaciones simétricas y no simétricas.* Algunas relaciones son de tal índole que, si rigen entre x e y, también rigen entre y y x. Por ejemplo: *casado con, equivale a, diferente de, cónyuge de, primo de, hermano o hermana de.* Tales relaciones reciben el nombre de *simétricas.* El intercambio de los términos no implica ningún cambio en la relación. Así, "Este color es diferente de aquel color" tiene como conversa "Aquel color es diferente de este color"; "A equivale a B" tiene por conversa "B equivale a A"; "Tomás es tan alto como Juana" tiene por conversa "Juana es tan alta como Tomás".

Algunas relaciones son de tal índole que, si rigen entre x e y, nunca o sólo a veces no rigen entre y y x. Tales relaciones reciben el nombre de *no simétricas.* El conjunto más importante de relaciones *no simétricas* lo forman aquellas cuya índole es tal que *no pueden regir entre* y y x si rigen entre x e y. Russell ha llamado a estas relaciones *asimétricas.* Por ejemplo: *mayor que, padre de, esposa de, antecede a, mayor por un año que, más oscuro que.* La conversa de "Esta mancha de color es más oscura que aquélla" es "Aquella mancha de color es

[13] Estos términos se deben a Bertrand Russell.

más clara que ésta"; la conversa de "A es la esposa de B" es "B es el esposo de A"; la conversa de "La batalla de Marengo antecedió a la paz de Villafranca" es "La paz de Villafranca sucedió a la batalla de Marengo". La distinción entre las relaciones simétricas y las asimétricas es muy importante. Estas relaciones pueden ser definidas formalmente de la siguiente manera:

Una relación R es simétrica cuando es de tal índole que, si *x* R *y*, entonces también *y* R *x*.

Una relación R es asimétrica cuando es de tal índole que, si *x* R *y*, entonces nunca *y* R *x*.

Hay algunas relaciones que rigen entre *x* e *y*, y algunas veces rigen entre *y* y *x*, pero algunas veces no. Estas relaciones reciben a menudo el nombre de *no simétricas*. Por ejemplo: *implica, amigo de, benefactor de, odia a.* Aquí no nos ocuparemos más del examen de estas relaciones. [14]

II. *Relaciones transitivas y no transitivas.* Esta clasificación se basa en la consideración de parejas de objetos con referencia a alguna relación R dada.

Algunas relaciones son de tal índole que, si rigen entre *x* e *y*, y entre *y* y *z*, entonces rigen entre *x* y *z*. Tales relaciones son llamadas *transitivas*. Por ejemplo: *igual a, mayor que, contemporáneo de, más rico que, parejo en color.*

Algunas relaciones son de tal índole que, si rigen entre *x* e *y*, y entre *y* y *z*, no rigen nunca o sólo a veces entre *x* y *z*. En el primer caso son llamadas relaciones *intransitivas*; en el segundo, *no transitivas*. Ejemplos de relaciones intransitivas son: *padre de, mayor por un año, mellizo de, casado con.* Ejemplos de relaciones *no transitivas* son: *diferente de, amigo de.*

Estas relaciones pueden ser definidas formalmente de la manera siguiente:

Una relación R es transitiva cuando es de tal índole que, si *x* R *y* e *y* R *z*, entonces *x* R *z*.

Una relación R es intransitiva cuando es de tal índole que, si *x* R *y* e *y* R *z*, entonces nunca *x* R *z*.

Una relación R es no transitiva cuando es de tal índole que, si *x* R *y* e *y* R *z*, entonces algunas veces *x* R *z*, y algunas veces no *x* R *z*.

Sobre la base de estas clasificaciones, las relaciones pueden ser divididas en cuatro clases, según que posean o no posean las propiedades de *simetría* y *transitividad*. Es importante recordar que estas propiedades son independientes, de manera que las relaciones pueden ser simétricas y o bien transitivas o intransitivas; asimétricas y o bien transitivas o intransitivas. Éstas serán resumidas con ejemplos de la siguiente manera:

[14] Para un examen amplio de las *Relaciones*, véase el capítulo x, § 2.

1. *Relaciones simétricas transitivas*: idénticas a; exactamente parejas en color; exactamente parejas en forma; exactamente de la misma edad; simultáneo a.

Se observará que las relaciones de esta clase tienen las características de *igualdad*. Es decir, que las relaciones transitivas simétricas tienen las propiedades formales de *igualdad*.

2. *Relaciones simétricas intransitivas*: cónyuge de; mellizo de.

3. *Relaciones asimétricas transitivas*: mayor que; ancestro de; más caliente que; encima; antes.

4. *Relaciones asimétricas intransitivas*: padre de; nieto de.

Al definir una relación transitiva dijimos que es de tal índole que, dado que la relación rige entre dos términos y entre uno de éstos y un tercer término, entonces esa relación rige entre el otro término y el tercer término. Vemos, entonces, que la transitividad es suficiente para asegurar una inferencia válida. Considérense los siguientes ejemplos:

I. Si A es mayor que B,
y B es mayor que C,
entonces A es mayor que C.

II. Si A equivale a B,
y B equivale a C,
entonces A equivale a C.

III. Si A es contemporáneo de B,
y B es contemporáneo de C,
entonces A es contemporáneo de C.

Estos ejemplos son obviamente válidos. Ahora consideremos los siguientes:

(A) Si A es diferente de B,
y B es diferente de C,
entonces A es diferente de C.

(B) Si A le debe dinero a B,
y B le debe dinero a C,
entonces A le debe dinero a C.

(C) Si A está junto a B,
y B está junto a C,
entonces A está junto a C.

Estos ejemplos son obviamente inválidos. Al comparar el primer conjunto con el segundo, advertimos que I contiene una relación asimétrica, II, III, A y C contienen relaciones simétricas, y B contiene una relación no simétrica. Por lo tanto, lo mismo en los ejemplos válidos que en los inválidos tenemos relaciones simétricas. Pero todos los ejemplos en el primer conjunto contienen relaciones transitivas, y los del segundo conjunto contienen relaciones intransitivas o no transitivas. La validez de la inferencia depende de la propiedad de *transitividad.* Es importante observar que la simetría no es suficiente. El estudiante de geometría elemental que se haya encontrado el axioma "Dos cosas que sean iguales a una misma cosa, son iguales entre sí", podrá inclinarse a suponer que la igualdad de los extremos se debe a la *simetría* de la relación "igual a". La simetría es obvia. Pero la conexión depende de la propiedad de transitividad.

Los argumentos de relaciones en los que la relación es transitiva y asimétrica, son concidos a veces como argumentos *a fortiori,* puesto que el ejemplo "A es mayor que B, B es mayor que C, luego A es mayor que C" constituye un ejemplo típico. Este ejemplo particular es el más discutido por los lógicos tradicionales, pues ellos estaban convencidos de su validez y sin embargo no podían hacerlo encajar en su esquema.

Todos los argumentos relacionales en los que la relación es simétrica son de la naturaleza de: A=B, B=C, ∴ A=C. Tanto en estos casos como en los argumentos *a fortiori* la validez de los argumentos depende del hecho de que la relación que relaciona sea transitiva.

VIII. SÍMBOLOS Y FORMA

"Es una perogrullada profundamente errónea, repetida en todos los cuadernos escolares y por personas eminentes cuando hacen discursos, decir que debemos cultivar el hábito de pensar lo que estamos haciendo. La verdad es todo lo contrario. La civilización avanza al aumentar el número de operaciones importantes que podemos ejecutar sin pensar en ellas." —A. N. WHITEHEAD

§ 1. *La utilidad de los símbolos*

En el capítulo II distinguimos entre los signos y los símbolos y entre los símbolos verbales y los no verbales. Vimos que algunos símbolos verbales son imitativos y algunos representativos. En este capítulo trataremos principalmente los símbolos no verbales. Las *S, M, P* usadas para representar los términos del silogismo, y las *p, q, r* usadas para representar las proposiciones, son ejemplos de símbolos no verbales.

Podemos empezar considerando algunas de las diferentes maneras en que podemos usar símbolos, verbales o de otra clase. El profesor Stout ha hecho una clasificación triple de los símbolos o signos, basada en la manera en que el pensante utiliza el símbolo para referirse a algo.[1] Así, él distingue: signos expresivos, signos sugestivos y signos sustitutos. (1) *Signos expresivos,* o sea palabras. Un signo expresivo es el medio por el cual prestamos atención a su referendo. Al escuchar la palabra "cabbage" ("repollo", en inglés), por ejemplo, generalmente no prestamos atención al sonido como tal, o, al leerla, a la forma de los tipos de imprenta que forman la palabra; nos referimos en seguida a lo que ella representa. Por lo tanto, aparte el accidente histórico de nuestro conocimiento de un lenguaje dado, podríamos usar igualmente bien la palabra "chou" ("repollo", en francés).[2] De manera similar, una *oración expresa* una proposición. No atendemos a la oración, sino que, como señalamos en el capítulo IV, pasamos directamente a la proposición que la oración transmite.

[1] *Analytic psychology,* vol. II.
[2] Véase nota al calce núm. 2 del capítulo II.

(2) *Signos sugestivos*, o sea, la forma del caballo en el ajedrez o la imagen de la reina de espadas en una baraja. Un signo sugestivo evoca una cierta idea, y *esta idea* recibe nuestra atención independientemente del signo. Así, en el ajedrez, la forma del caballo sugiere los movimientos que éste puede hacer. No atendemos a la forma, sino que fijamos nuestra atención en los movimientos que la forma sugiere.

(3) *Signos sustitutos*, o sea, los símbolos usados en la lógica y las matemáticas. Un signo sustituto toma el lugar de lo que representa. Es meramente *representativo*. Tales signos sólo pueden ocurrir cuando hay reglas fijas de manipulación u operación, derivadas de la naturaleza de sus referendos. El profesor Stout utiliza la palabra "significado" para lo que un signo significa. En su lenguaje, podemos decir que un signo expresivo *expresa* un significado; un signo sugestivo *sugiere* un significado que no expresa; un signo sustituto es un *sustituto del significado*. Stout resume así la distinción: "Una palabra es un instrumento para pensar acerca del significado que ella expresa; un signo sustituto es un medio de *no* pensar acerca del significado que él simboliza." [3] De acuerdo con la distinción que establecimos entre signo y símbolo, resulta claro que sólo los símbolos no verbales pueden ser signos sustitutos. Podría suponerse que nunca deberíamos querer usar símbolos, para no pensar acerca de sus referendos. Pero eso sería un error. Más adelante veremos que los procesos de razonamiento largos y complicados, como aquellos que implican las matemáticas, serían imposibles sin la ayuda que ofrece un simbolismo que puede ser manipulado de acuerdo con ciertas reglas de operación a fin de reducir el pensamiento inteligente a un mínimo.

En el capítulo II vimos que el lenguaje no sólo es ambiguo, sino también necesariamente vago. Su utilidad, para los propósitos ordinarios, depende de este hecho de que es necesariamente vago. En consecuencia, no es susceptible de análisis preciso. El lenguaje confunde aquellas distinciones sobre las que se basa el razonamiento exacto, y frecuentemente es simple donde las ideas expresadas son complejas. Puesto que el lenguaje [4] se desarrolla bajo la presión de las necesidades prácticas del hombre y es primordialmente el medio de expresar el aspecto emotivo de su naturaleza, resulta claro, primero, que el lenguaje debe ser empleado para expresar una inmensa variedad de experiencias diferentes; segundo, que las mismas formas del lenguaje deben ser usadas a veces para expresar lo que en realidad es diferente; tercero, que el lenguaje es deficientemente adecuado para expresar lo que es relativamente abstracto y lógicamente simple. Se desprende de todo esto que el lenguaje se vería estorbado en su función normal si su análisis fuera llevado más allá de lo que requieren los usos ordinarios de la vida cotidiana. Por ejemplo: deseamos indicar a un hombre se-

[3] *Loc. cit.*, p. 194.

[4] A lo largo de todo este capítulo usaremos "lenguaje" para significar "lenguaje ordinario", o sea, lenguaje no simbólico.

diento: "Aquí hay agua; tómala"; a un hombre abrumado por alguna tragedia: "Hay cosas buenas en la vida; aférrate a ellas." No sólo no nos interesa saber si la palabra "hay" expresa o no la misma cosa en estos dos casos; nuestra expresión práctica se vería estorbada si no pudiéramos utilizar la misma palabra. Considérese, por ejemplo, las oraciones "Hildebrando es un hombre", "Todos los papas son hombres", "Algunos soldados son patriotas", "Shakespeare es el autor de *Hamlet*". Estas oraciones tienen la misma forma gramatical, pero, como ya hemos indicado, su análisis lógico revela que ellas expresan proposiciones que son fundamentalmente diferentes en su forma. El verbo "ser" expresa indiferentemente *existencia, predicación, identidad, igualdad,* por ejemplo: "Dios es", "Sócrates es sabio", "Dos y dos son cuatro". "En aquellos días había hombres que eran gigantes", "Los hombres son falibles".

Parecería, entonces, que el lenguaje es engañoso y que el análisis gramatical no constituye una guía segura para la forma lógica. Debido a la función práctica del lenguaje, los lenguajes ordinarios de los pueblos civilizados son adecuados para expresar hechos complicados en forma breve, pero no para expresar de manera simple lo que es lógicamente simple. Por ejemplo, "Ese mantel está sucio" expresa en forma breve y clara un estado de cosas sumamente complicado. Asimismo, "Eso es un reloj", "El uno es un número" expresan brevemente algo que, al ser analizado, se descubre que es sumamente complicado. Además, tienen la misma forma gramatical. Pero la más leve reflexión revela que la relación del referendo de "eso" al referendo de "un reloj" es totalmente diferente de la relación del referendo de "uno" al referendo de "un número". El poner de manifiesto esta diferencia utilizando el lenguaje ordinario implica una considerable prolijidad, como lo sugiere la oración anterior, que meramente enuncia la necesidad del análisis. Si intentáramos ser lógicamente precisos sin dejar de usar el lenguaje ordinario, pronto nos encontraríamos perdidos en un laberinto de palabras. Esto puede ilustrarse en forma más breve mediante un ejemplo sencillo. Compárense las dos expresiones siguientes:

(1) "$x+y=y+x$"

(2) "Si se añade un segundo número a cualquier número dado, el resultado es el mismo que si el primer número hubiese sido añadido al segundo." [5]

Cualquier persona que entienda los signos algebraicos + e =, entenderá sin dificultad la primera expresión. Ciertamente, tal y como está expresada, parece tan simple que el hombre ordinario podría considerar que la afirmación es obvia y carece de importancia. Pero la segunda expresión es prolija. Requiere un mayor esfuerzo de aten-

[5] Esta formulación está tomada de A. N. WHITEHEAD, *Introduction to mathematics*, p. 61. El estudiante novato puede leer con gran provecho todo el capítulo v de aquel libro, del cual está tomada esta afirmación.

ción para aprehender su significado, que el que requiere la primera. Es la *simplicidad lógica* de las nociones implicadas lo que hace que su expresión en lenguaje sea tan engorrosa. Para los fines de la lógica, el lenguaje es insuficientemente analítico. Además, el lenguaje sólo abstrae hasta el grado en que lo que es abstracto interesa al hombre corriente. La abstracción presupone análisis. El análisis de una situación compleja implica su resolución en elementos simples. Un elemento es simple ya sea cuando no es susceptible de mayor análisis —y en este caso será *últimamente simple*—, ya sea cuando no es necesario, para el propósito dado, llevar el análisis más adelante — y en este caso es *relativamente simple*. Por lo tanto, un elemento simple es uno del que no se requiere que sea, o no pueda ser, más analizado. Los propósitos prácticos pueden ser satisfechos con un cierto grado de análisis que es totalmente inadecuado a las necesidades del pensamiento exacto.[6] Abstraer es seleccionar de una situación compleja elementos que no se nos dan aislados. El lenguaje como tal implica cierto grado de abstracción, pero puede ser el mínimo requerido para los fines de la comunicación y la expresión. Compárense, por ejemplo, las siguientes expresiones:

(1) Yo corto mi mano con un cuchillo.

(2) Yo corto mi mano con un pedazo de vidrio.

(3) Yo corto el brazo de mi enemigo.

(4) Yo corto el árbol.

(5) Yo corto las páginas de mi libro.

(6) Ellos cortan la leña en dos.

En cada una de estas oraciones ocurre "cortar", pero en cada caso ocurre en un contexto diferente. "Cortar" expresa una noción que es relativamente abstracta. En algunos lenguajes primitivos esta noción no ha sido abstraída lo suficiente para ser expresada por una sola palabra. Existen en tales lenguajes muchas palabras diferentes que expresan diferentes *modos de cortar*, pero ninguna palabra para expresar *cortar*.[7] Los lenguajes civilizados difieren en cuanto al grado en que usan palabras abstractas. Por ejemplo, el latín usa pocas palabras abstractas; el inglés, muchas.

La invención de nuevas palabras es necesaria para dos propósitos diferentes, pertinentes a la consideración de la utilidad del simbolismo. En primer lugar, la nueva palabra es necesaria, como acabamos de ver, porque el análisis de la situación ha sido llevado más lejos. Este punto puede ilustrarse mediante una comparación entre el latín y el griego por una parte, y el inglés por otra. Puesto que el latín y el griego

[6] *Cf.* capítulo XV.
[7] Véase R. R. Marret, *Anthropology*, capítulo V.

son lenguajes de inflexión, representan un análisis incompleto de las ideas que expresan. Mediante el cambio de la raíz o de la terminación de una palabra, el latín y el griego expresan una situación que en el inglés requiere el uso de verbos auxiliares y preposiciones. Estos verbos auxiliares y preposiciones representan un análisis explícito de situaciones complejas. De esta manera el lenguaje gana en expresividad y se desarolla un instrumento más y más adecuado para expresar lo que deseamos expresar exactamente. Así adquirimos mayor facilidad y precisión de expresión. Donde nuestra pobreza de pensamiento sea grande, nuestro vocabulario será correspondientemente escaso; donde nuestro pensamiento sea vago, no estaremos conscientes de que nuestro lenguaje es defectuoso; en consecuencia, no veremos ventaja alguna en la precisión. El lenguaje técnico de la ciencia ofrece numerosas ilustraciones de la invención de nuevas palabras para expresar nuevas distinciones. Por ejemplo, *energía* tiene que ser distinguida en energía *cinética* y energía *potencial.* En segundo lugar, es necesario inventar nuevas palabras que nos permitan economizar el pensamiento. Por ejemplo, a menudo deseamos considerar solamente aquellos rectángulos que tienen lados iguales; por lo tanto, tenemos la palabra "cuadrado". La palabra "cuadrado" nos permite economizar el pensamiento. Una situación compleja, o un conjunto complejo de características, será representado en el lenguaje ordinario por una sola palabra cuando necesitamos pensar acerca de esa situación o conjunto de características y referirnos frecuentemente a una o a otro. Por ejemplo, supongamos que fuera frecuente la situación en la que alguna persona o grupo de personas en un lugar dado está viendo un arcoiris y oyendo cantar una alondra al mismo tiempo y tuviera también alguna significación ritual; entonces, sin duda alguna, se inventaría una sola palabra para expresar esta ocurrencia compleja. Pero, puesto que esta particular concomitancia de circunstancias no ha sido considerada importante, dejamos al poeta que la advierta y no pensamos que nuestro lenguaje es defectuoso. En todo caso, todavía necesitaríamos las palabras separadas para expresar los constituyentes separados de la ocurrencia compleja que acabamos de sugerir, dado que estos constituyentes también ocurren en otros contextos; del mismo modo que necesitamos las palabras separadas que expresan aquellas propiedades de los rectángulos que son cuadrados.

No sucede de otra manera con la lógica. La invención y el desarrollo del simbolismo especial necesario para los propósitos de la técnica lógica consiste tan sólo en llevar al máximo grado de análisis del pensamiento y precisión de la expresión ese reconocimiento de las distinciones que está presente, hasta cierto punto, en todo lenguaje. De tal suerte, los símbolos lógicos tienen un doble propósito que cumplir: abreviar y abstraer. Al cumplir estos propósitos, el simbolismo lógico muestra que tiene una función adicional, a saber, la revelación de la forma.

Desde un principio debemos distinguir entre dos *tipos* diferentes

de símbolos, para los cuales Johnson usa los nombres convenientes de *símbolos taquigráficos* y *símbolos ilustrativos.*[8] Los símbolos taquigráficos son meramente abreviaciones de palabras o signos concisos que sustituyen palabras, representando directamente aquello que simbolizan. Ejemplos familiares, algunos de los cuales ya hemos utilizado, son: ≡ por *es equivalente a, S a P* por *Toda S es P, Fig.* por *Figura, Q. E. D.* por *quod erat demonstrandum, Barbara* por *el modo* A A A *en la Figura I,* + por *más.* Más adelante usaremos el símbolo taquigráfico *ent.* por *entraña* (*entails,* en inglés), debido al profesor G. E. Moore. Russell emplea el signo arbitrario ⊃ para significar *implica* definido de una manera especial. Los matemáticos usan ⩾ para *mayor que* o *igual a.* El propósito de un símbolo taquigráfico es, principalmente, el de abreviar una expresión. Un símbolo ilustrativo es de un tipo muy diferente; es un símbolo variable. Cuando expresamos la primera figura del silogismo como

Si	M — P
y	S — M,
entonces	S — P,

los símbolos M, P, S son símbolos ilustrativos. Pueden ser reemplazados por cualesquiera términos que tengan sentido para dar un ejemplo particular de un silogismo en la Figura I. Un símbolo ilustrativo es, pues, una letra del alfabeto arbitrariamente escogida y que representa, no algún objeto definido y singular, sino *cualquiera* de un conjunto de objetos indicados por el contexto. Empleamos tales símbolos al explicar las inferencias inmediatas; así, *Todo S es P* fue considerado como representativo de *cualquier* afirmación universal afirmativa. "*S a P*" combina símbolos ilustrativos y taquigráficos, puesto que "*a*" es taquigráfico de "proposición universal afirmativa", en tanto que "*S*" y "*P*" son símbolos ilustrativos. Vimos en el capítulo VI que Aristóteles utilizó tales símbolos a fin de poner de manifiesto la dependencia de la validez de un silogismo respecto de su forma.

En el capítulo IV vimos que la distinción entre diferentes clases de proposiciones es una distinción entre diferentes formas proposicionales. Señalamos que *forma* es una concepción generalizada que no es fácil de expresar simplemente. El empleo de símbolos nos permite exhibir la forma. Por esta razón, siguiendo el ejemplo de Aristóteles, utilizamos símbolos cuando consideramos el silogismo, puesto que lo que queríamos considerar no eran *papas, santos,* etcétera, ni ningunos hombres particulares como *Hildebrando,* etcétera, sino únicamente la *forma de implicación.* Asimismo, al considerar las relaciones entre las proposiciones no nos interesaban los ejemplos determinados de

[8] Véase W. E. JOHNSON, parte I, capítulo III.

proposiciones, sino su forma. Así usamos *p*, *q*, *r* para representar proposiciones simples, construyendo con tales símbolos proposiciones compuestas, por ejemplo: *Si p, entonces q*. Aquí, *p* y *q* representan *cualesquiera* proposiciones simples. Éstos son, pues, símbolos ilustrativos. La forma verbal "*Si... entonces...*" expresa la forma de la proposición; permanecerá inalterada no importa cuáles proposiciones simples sustituyan a *p* y *q*. Los símbolos que expresan *forma* serán llamados *constantes lógicas.*[9] Algunos símbolos taquigráficos son usados para representar constantes lógicas, por ejemplo: D, *ent.* Un signo arbitrario como $\supset$ o $+$ es un símbolo ideográfico. La ventaja de los ideogramas es evidente. Son compactos, de modo que por medio de ideogramas es posible a menudo presentar de una sola ojeada una fórmula que, de otra manera, sería extensa en su expresión. Vimos la ventaja de tal compactibilidad en el caso de la expresión simple $x + y = y + x$. Al tratar proposiciones de considerable complejidad, es necesario algún recurso para economizar esfuerzo mental a fin de poder aprehender procesos de razonamiento complicados. Cualquiera que haya reflexionado sobre los procesos de pensamiento implicados en la elaboración de un teorema matemático complicado, admitirá que en la práctica es indispensable alguna economía de pensamiento. Más adelante veremos cómo la utilización de tales símbolos nos permite formular reglas de transformación precisas que simplifican el proceso del razonamiento. Como lo expresa el profesor Whitehead: "Las operaciones del pensamiento son como las cargas de caballería en una batalla: son estrictamente limitadas en número, exigen caballos descansados y deben efectuarse sólo en momentos decisivos."[10]

El simbolismo lógico tiene, pues, dos funciones importantes que realizar. En primer lugar, economiza pensamiento y hace posible así el desarrollo de inferencias complicadas. En segundo lugar, por medio de símbolos adecuados es posible revelar la forma de manera adecuada; en consecuencia, se puede alcanzar la generalidad. Para este fin se requieren dos diferentes clases de símbolos: símbolos taquigráficos y símbolos ilustrativos. Hay tres características importantes que debe poseer todo simbolismo lógico satisfactorio: (1) concisión, (2) precisión, (3) sistematización. La naturaleza y la importancia de estas características se harán más claras a medida que avancemos. Puede decirse que, en tanto que la primera característica se hace necesaria en virtud de las limitaciones del pensamiento humano, las otras dos dependen de la naturaleza de la lógica.

[9] Los lógicos simbólicos usan frecuentemente la expresión "constante lógica" para significar lo que es simbolizado, no el símbolo. Esto me parece un error que produce confusión. Por lo tanto, al decir "constante lógica", yo significo el *símbolo* mediante el cual la forma es simbolizada.

[10] WHITEHEAD, *op. cit.*, p. 61.

§ 2. *Ilustraciones tomadas del simbolismo de las matemáticas*[11]

Todo el mundo admitirá que, como cuestión de experiencia práctica, es mucho más fácil resolver una suma en adición si se emplea la notación arábiga en lugar de los complicados números romanos. Cualquiera que no esté convencido de esto sólo tiene que hacer el intento, digamos, con tres hileras que representen, cada una, números de un millón y pico. Los números romanos son difíciles de escribir; no son aprehensibles fácilmente de una ojeada; representan un análisis incompleto de las nociones que expresan. La notación arábiga, en cambio, es concisa; por lo tanto, es fácilmente comprensible; su forma representa precisamente las nociones que expresa. La notación 0, 1, 2. . . 10, 11. . . 100, 101. . . 1,000, 1,001. . . y así sucesivamente, es significativa de inmediato. Por medio de diez símbolos de diferente forma y de un sistema para colocarlos que hace que su valor dependa de sus posiciones, aun los grandes números son de fácil comprensión. No será necesario aquí explicar el sistema, con el que podemos dar por sentado que el lector está familiarizado. Pero vale la pena señalar dos puntos. Primero, por medio de los diez símbolos, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, y el recurso de colocarlos en yuxtaposición, puede simbolizarse *cualquier* número. Segundo, este recurso es el más conciso posible. Por ejemplo, para simbolizar ciento veinte y cuatro, escribimos 124. Aquí la posición del 4 indica 4 unidades; la posición del 2 antes del 4 indica 20 unidades; la posición del 1 antes del 2 y el 4 indica 100 unidades. Ahora bien, nada es más fácil de escribir que nada; por lo tanto, 24 representa una economía de esfuerzo en comparación con XXIV. En segundo lugar, puesto que el valor del número es definido por su posición, de modo que la posición del 4 nos exige escribir 2 antes de él para simbolizar 24, el símbolo 24 es significativo. Pero cuando no hay unidades que sigan al 2, es necesario un símbolo para dar al 2 la posición que simbolizará veinte unidades. De ahí la invención del símbolo 0, cuyo primer servicio consiste en colocar los demás números en sus lugares correctos. La noción de un *número* cero es un acontecimiento mucho más tardío. Ello no obstante, el símbolo es esencial para la utilización práctica de la notación arábiga. Por lo tanto, al hombre práctico le parece ser, más obviamente, sólo un símbolo. Como dice el profesor Whitehead: "Lo que pasa con el cero es que no tenemos que usarlo en

[11] Este párrafo se inserta contando con que el estudiante esté familiarizado con el empleo práctico de los símbolos en las matemáticas, pudiendo así recibir ayuda en la comprensión de la importancia de un simbolismo satisfactorio. Se puede referir al estudiante a A. N. Whitehead, *Science and the modern world*, capítulo II; *An introduction to mathematics*; y a G. H. Hardy, *Pure mathematics*. Todo lo que es importante en esta sección se ha derivado de estos autores. Véase también M. Cantor, *Geschichte der Mathematik*, vol. I.

las operaciones de la vida cotidiana. Nadie sale a comprar cero pescado. Es, en cierto modo, el más civilizado de todos los cardinales, y su empleo nos es impuesto sólo por las necesidades de los modos cultivados del pensamiento." [12]

Una consideración del sistema arábigo de notación revela, pues, la importancia de una notación concisa y la ventaja de la extensibilidad indefinida del sistema. Por ejemplo, si el número más grande que jamás hubiésemos conocido fuera 53,489,701,627, sabríamos en seguida que el numeral siguiente es 53,489,701,628. Es importante recordar que las primeras concepciones de la aritmética dependen de la noción de contar. Contar es corresponder un conjunto de objetos contra otro conjunto, de una manera particular. Estamos tan familiarizados con este proceso que raramente reflexionamos acerca de lo que implica el proceso de contar. Supongamos que tenemos un conjunto de cinco manzanas. Podemos disponer las manzanas en una hilera, quitar una cada vez y simultáneamente cerrar un dedo de la otra mano. Al escribir esto hemos usado el símbolo "cinco" para evitar la prolijidad; pero en la operación primitiva que estamos considerando, se supone que no estemos familiarizados con la forma 5, ni con el sonido representado por la palabra escrita "cinco". Si tenemos un conjunto dos veces mayor, podemos repetir la operación utilizando la otra mano. Luego, si es necesario, podemos usar los dedos de los pies de una manera similar. Pero es difícil llevar muy lejos este método primitivo de contar. [13] Si ahora representamos los cinco dedos de la mano mediante formas arbitrarias, digamos, A, B, C, D, E, haciendo que A represente el pulgar y E el meñique, entonces podemos enunciar con brevedad lo que se estaba haciendo exactamente en nuestro primitivo método de contar. Primero colocamos A contra una manzana, B contra otra, C contra otra, y así sucesivamente. De tal modo se encontró que el número de manzanas era igual al número de dedos. Si quisiéramos descubrir el número de manzanas de nuestros vecinos, podríamos repetir el proceso usando sus manzanas. Pero sería mucho más simple si tuviéramos un conjunto de símbolos reconocido, que cualquiera de nosotros pudiera usar y llevar en la mente. Los números proporcionan tal conjunto de símbolos. [14] Así, haciendo que A, B, C, D, E representen el conjunto de objectos, ya sean dedos, o nuestras manzanas o las manzanas de nuestros vecinos, podríamos establecer una relación representada de la siguiente manera: [15]

[12] *Introduction to mathematics*, p. 63. Aquí vemos que un símbolo introducido por conveniencia práctica condujo luego al descubrimiento de una noción matemática importante.

[13] Pero se ha afirmado que pueblos primitivos que usan un sistema de numerales expresados por signos digitales han logrado contar hasta 10,000. Los dedos, cuando se les usa así, se convierten en numerales.

[14] Debe observarse que "numeral" representa al *símbolo*, sea cual fuere, que representa un *número*.

[15] Se observará que no se utiliza el 0.

A, B, C, D, E.
1, 2, 3, 4, 5.

Aquí un numeral corresponde a una, y sólo a una, letra. Esto se llama una correspondencia de uno a uno. Es la relación que relaciona la serie de números y cualquier conjunto de objetos contados por medio de ella. Estableciendo esta correspondencia de uno a uno, primero entre los números y nuestras manzanas, y después entre los números y las manzanas de nuestro vecino, podemos descubrir que tenemos el mismo número de manzanas sin necesidad de ponerlas en relación las unas con las otras, o con nuestros dedos. Debe observarse que el último número del conjunto representa el *número* del conjunto de objetos contados. Por lo tanto, no es necesario decir: "el número del conjunto es 1, 2, 3, 4, 5"; hasta decir "5". Si para contar dependiéramos de los dedos de las manos y los pies, necesitaríamos alguna convención acerca del orden en que vamos a tomarlos, a fin de asegurar una ventaja similar.

Considérense, nuevamente, un conjunto de dos manzanas y otro conjunto de tres manzanas. Si adoptamos nuestro método previo (representando el primer conjunto con A, B, y el segundo con C, D, E), encontramos que obtenemos

A, B; C, D, E.
1, 2; 1, 2, 3.

Ahora bien si ponemos 1, 2, 1, 2, 3
contra 1, 2, 3, 4, 5

encontramos que el número 2 del primer conjunto puede ser combinado con el número 3 del segundo conjunto para que dé 5 cuando se le cuente contra los números. Es decir, que cuando sumamos, combinamos un conjunto, cuyo número es conocido, con otro conjunto, cuyo número es conocido.

Es obvio que en esta última operación resultaba indiferente comenzar con el conjunto A, B o con el conjunto C, D, E. Es importante subrayar esto. Estamos tan familiarizados con estas operaciones que no nos damos cuenta de la dificultad que debe de haber tenido el hombre primitivo para descubrir estas características. El simbolismo ha hecho que la operación sea fácil. Además, se requiere un considerable grado de abstracción antes de que sea posible aprehender el hecho de que podemos comparar, no sólo dos conjuntos de manzanas por lo que toca a su número, sino cualquier conjunto de objetos con cualquier otro conjunto. Como lo expresa el profesor Whitehead: "Durante un periodo largo, se habrán comparado grupos de peces entre sí con respecto a su multiplicidad; y se habrán comparado grupos de días entre sí. Pero el primer hombre que observó la analogía entre un grupo de siete peces y un grupo de siete días efectuó

un avance notable en la historia del pensamiento. Fue el primer hombre que concibió un concepto perteneciente a la ciencia de las matemáticas puras." [16]

La multiplicación es adición repetida. Digamos que queremos encontrar el número de un conjunto de manzanas considerado tres veces. Supongamos que el conjunto consiste en A, B. Entonces ponemos A, B contra 1, 2; repetimos y ponemos A, B contra 3, 4; repetimos y ponemos A, B contra 5, 6. El resultado es igual al producto de 3 y 2. No es necesario prolongar el examen de este método. Se advertirá fácilmente que la sustracción es la operación inversa de la adición, y la división la operación inversa de la multiplicación. Pero es importante observar que, a todo lo largo de nuestro examen, hemos establecido ciertos supuestos acerca del orden en que hemos considerado los objetos. Formulemos ahora tales supuestos. Tomemos cualesquiera tres números al azar, digamos 2, 5, 8. Suponemos que hemos llegado a la etapa en que se usa el símbolo + para *adición* y × para *multiplicación*. Entonces tenemos:

(1) $2 + 5 = 5 + 2$.

(2) $2 \times 5 = 5 \times 2$.

(3) $2 + (5 + 8) = (2 + 5) + 8$.

(4) $2 \times (5 \times 8) = (2 \times 5) \times 8$.

(5) $(2 + 5) \times 8 = (2 \times 8) + (5 \times 8)$.

Hemos tomado estos números, 2, 5, 8, *al azar*. Es decir, no importó qué número tomáramos. O sea, que podemos tomar *cualquier* número. Pero 2, 5, 8 son símbolos que representan tres números definidos diferentes. Sería obviamente más conveniente inventar un simbolismo que pueda representar *cualquier* número. Las letras del alfabeto constituyen un conjunto de símbolos conveniente y accesible. En lugar, entonces, de decir "$2 + 5 = 5 + 2$, y esto será verdadero si tomamos *otros* números que no sean 2 y 5", podemos decir "siendo x e y *cualesquiera* dos números, entonces $x + y = y + x$". En este caso x e y representan, no cualquier número *definido*, sino cualquiera de un cierto conjunto, a saber, el conjunto de los números. Hacemos un empleo similar de los símbolos cuando decimos: "Si M es P, y S es M, entonces S es P", puesto que S, M, P representan, respectivamente, *cualesquiera* términos que ocurren como términos medio, mayor y menor en un silogismo. La concepción que representan tales símbolos es perfectamente familiar y tiene una gran importancia. Un símbolo de esta clase recibe el nombre de *variable*. Los objetos definidos que pueden ser sustituidos por la variable, a fin de dar sentido a una expresión dada, se llaman los *valores de la variable*. En el siguiente

[16] *Science and the modern world*, p. 29 (primera edición).

párrafo nos ocuparemos de la importancia de esta noción. Es imposible entenderla aisladamente de la noción de función.

La importancia de una buena notación, es decir, de un conjunto sistemático de símbolos, puede ilustrarse partiendo de la historia de los símbolos empleados en los diferentes cálculos. Se recordará que el cálculo fue descubierto aproximadamente al mismo tiempo, pero independientemente, por Newton y Leibniz. Hubo una controversia acerca de cuál de ellos merece el reconocimiento de la prioridad; y los compatriotas de cada uno tomaron posiciones y dieron curso a una disputa estéril. Ahora bien, aunque Leibniz y Newton estaban interesados en la misma noción, inventaron dos notaciones distintas. La superioridad de la notación de Leibniz sobre la de Newton es admitida hoy por todo el mundo, pero en un principio los matemáticos ingleses se negaron a usar la notación de Leibniz. En consecuencia, su trabajo se vio estorbado por la utilización de una notación innecesariamente complicada que ocultaba los conceptos importantes. Durante la centuria siguiente, ningún matemático inglés pudo hacer un descubrimiento importante en su campo, mientras que en la Europa continental, donde se usaba la notación de Leibniz, se realizaron rápidos progresos. No parece irrazonable suponer que los matemáticos ingleses resultaron perjudicados por el empleo de una notación menos satisfactoria. En realidad puede afirmarse que un simbolismo adecuado es indispensable para el desarrollo de las matemáticas, pues un conjunto adecuado de símbolos presupone el análisis de las ideas fundamentales y al mismo tiempo constituye una ayuda para el análisis ulterior. Mediante el empleo de símbolos usados sistemáticamente, expresiones que parecen ser de diferentes formas pueden ser expresadas de tal modo que resulta fácil advertir que son de la misma forma. Por ejemplo:

(1) $x + y = 1$,

(2) $x + 2y = 2x + 3y - 1$,

(3) $4 = 2x^2 + 3x + 2$,

(4) $2 - 3x = 2x^2$,

parecen ser cuatro expresiones de formas diferentes. Si, empero, son re-expresadas de modo que los símbolos variables y los símbolos numéricos se colocan todos a un lado de "=" y la expresión completa es igualada a 0, tenemos:

(1) $x + y - 1 = 0$.

(2) $x + y - 1 = 0$.

(3) $2x^2 + 3x - 2 = 0$.

(4) $2x^2 + 3x - 2 = 0$.

Aquí resulta inmediatamente obvio que (1) y (2), (3) y (4) son de la misma forma.[17]

Un simbolismo como el de las matemáticas obviamente se desarrolla con lentitud hasta llegar a su forma perfecta. Cualesquiera ideas erróneas implicadas en el origen de un conjunto de símbolos estorbarán el análisis ulterior. Así la notación numeral arábiga estaba, como hemos visto, perfectamente adaptada al proceso de contar un conjunto de objetos tomados en cierto orden. Esta conexión con el proceso de contar oscureció la naturaleza fundamental del número. Examinaremos más ampliamente este punto en el capítulo XI.

Russell ha dicho: "El simbolismo es útil porque hace las cosas difíciles", en tanto que Whitehead dice que los símbolos "han sido introducidos, invariablemente, para hacer las cosas fáciles". Ambas afirmaciones son verdaderas. La invención deliberada de un simbolismo complicado hace difícil de aprehender lo que parecía obvio, pues hace explícitas las distinciones que la vaguedad del lenguaje nos permite ignorar debido a que tales distinciones no tienen utilidad práctica. Pero, por otra parte, es a través del simbolismo como llegamos a aprehender cuáles son las ideas importantes. De esta manera se desenlazan nociones diferentes y sus relaciones se hacen evidentes. De tal suerte, en última instancia, se obtiene una inmensa ganancia en simplificación, de manera que, como también señala Russell, el desarrollo ulterior de un simbolismo reduce nuestras dificultades. La invención de cualquier conjunto de términos técnicos —por ejemplo, la terminología de la química— ilustra el mismo punto: el aumento aparente de oscuridad y complejidad, el aumento real de claridad y simplicidad. Los términos técnicos utilizados por los corredores de bolsa y los apostadores son, sin duda, un caso en cuestión. Seguramente que ciencias como la psicología o la sociología, que se encuentran todavía en su infancia, están limitadas por falta de un simbolismo adecuado. Logran progresar en la medida en que desarrollan un simbolismo sugerido por la etapa actual de su análisis.

§ 3. *Forma y función*

Hemos visto que la forma de una proposición es lo que permanece inalterado aunque todos los constituyentes de la proposición sean alterados. Así, pues, la forma es la manera en que se juntan los constituyentes. Cualquier proposición determinada exhibe una cierta forma proposicional.

[17] El estudiante debe considerar la naturaleza de los recursos simbólicos implicados en la representación, digamos, de *cualquier* correlación lineal variable mediante
$ax + by - c = 0$, y de *cualquier* sección cónica mediante
$ax^2 + 2bxy + by^2 + 2gx + 2fy + c = 0$.

Considérense los tres conjuntos de proposiciones:

(A) i. Sócrates es sabio.
ii. Carlos I es desdichado.
iii. Mussolini es ambicioso.
iv. Atenas es famosa.
v. Tú eres rico.

(B) i. O bien Carlos I debía ser ejecutado o bien Cromwell estaba equivocado.
ii. O bien Mussolini es un tirano o bien Salvemini está engañado.
iii. O bien Baldwin es honrado o bien los conservadores son estúpidos.
iv. O bien Francis Bacon es un poeta o bien Shakespeare escribió *Antonio y Cleopatra.*

(C) i. 4 = 8/2
ii. 5 = 10/2
iii. 6 = 12/2
iv. 7 = 14/2
v. 9 = 18/2

En el conjunto (A) *sabio* está relacionado con *Sócrates* del mismo modo que *desdichado* con *Carlos I, ambicioso* con *Mussolini,* etcétera.
En el conjunto (B) *Cromwell estaba equivocado* está relacionado con *Carlos I debía ser ejecutado* del mismo modo que *Salvemini está engañado* con *Mussolini es un tirano,* etcétera.
En el conjunto (C) 8/2 está relacionado con 4 del mismo modo que 10/2 con 5, etcétera.
En el conjunto (A) hay cinco proposiciones, cada una de las cuales exhibe la *forma de sujeto-predicado.* En el conjunto (B) hay cuatro proposiciones compuestas, cada una de las cuales exhibe la *forma alternativa.* En el conjunto (C) hay cinco proposiciones, cada una de las cuales exhibe la *forma relacional de ser la mitad de.*
Mediante la utilización de símbolos ilustrativos podemos simbolizar la forma de las proposiciones en el conjunto (A). Así, si "*x*" simboliza uno cualquiera del conjunto de sujetos, y "*p*" uno cualquiera del conjunto de predicados, obtenemos "*x* es *p*". No podemos representar *la forma* de las proposiciones de sujeto-predicado mediante una proposición determinada tal como "Sócrates es sabio"; esta proposición *exhibe* la forma de sujeto-predicado, pero no la *simboliza,* puesto que la forma es una abstracción. Al decir "la forma de sujeto-predicado", *significamos* aquella forma que *cualquier* proposición de sujeto-predicado debe *exhibir.* Del mismo modo, utilizando los símbolos ilustrativos "*p*" y "*q*" podemos simbolizar la forma de las

proposiciones en el conjunto (B) mediante "o bien *p* o bien *q*". Debe observarse que "*x*" y "*p*" en el primer caso y "*p*" y "*q*" en el segundo son símbolos ilustrativos, mientras que "es" y "o bien... o bien" son constantes lógicas. Cualquier constituyente que pueda hacerse concordar adecuadamente con una forma proposicional dada puede ser representado mediante símbolos ilustrativos; la forma puede ser representada mediante constantes lógicas. Si sustituimos cualquiera de los constituyentes determinados que son valores de los símbolos ilustrativos, el resultado es una proposición determinada. Podríamos haber obtenido el conjunto (A), por ejemplo, partiendo de la forma "*x* es *p*" y luego encontrando constituyentes adecuados para "*x*" y para "*p*". Asimismo, supongamos que partiéramos de la forma "Si *x* es *y*, entonces *m* es *n*". Mediante la sustitución podríamos obtener la proposición "Si esta mujer tiene oído musical, entonces su marido es sordo".

Los ejemplos en el conjunto (C) podrían considerarse como obtenidos a partir de la consideración de cualquier número que sea la mitad del algún otro número. Así, (1) puede ser expresado $4 = \frac{1}{2}(8)$; (2) puede ser expresado $5 = \frac{1}{2}(10)$, etcétera. Si simbolizamos el primer número con "*y*", podemos expresar el número del cual se dice que es igual a *y* como "la mitad de algún otro número". Entonces "algún otro número" puede ser simbolizado con "*x*" y la expresión viene a ser "$y = \frac{1}{2}x$". En concordancia con esto, si sustituimos algún número determinado por *x*, sabemos qué número es *y*, a saber, la mitad de ese número. Aquí, "*x*" e "*y*" son variables; "$= \frac{1}{2}$" es una constante lógica. Ahora bien, si pensamos que la expresión "$y = \frac{1}{2}x$" meramente simboliza la forma de las cinco proposiciones en el conjunto (C), entonces "*x*" e "*y*" son símbolos ilustrativos relacionados de la manera específica que expresa la constante lógica "$= \frac{1}{2}$". Si, empero, consideramos que la expresión "$y = \frac{1}{2}x$" expresa una correspondencia determinada entre las variables "*x*" e "*y*" de tal índole que cuando se da el valor de *x* queda determinado en consecuencia el valor de *y*, entonces "$y = \frac{1}{2}x$" expresa una relación funcional. Se dice de la variable *y* que está en dependencia funcional respecto de la variable *x*; por lo tanto, *y* es llamada la variable dependiente, y *x* la variable independiente. Esta noción de la dependencia funcional es de suma importancia en las matemáticas.[18] La noción general de una función puede simbolizarse mediante "$y = f(x)$" o "$y = g(x)$", etc., donde *f*, *g* o cualquier letra escrita fuera de los paréntesis significa una función indeterminada —es decir, variable— de *x*. Algunas veces *x* es llamada el *argumento* de la función, e *y* el *valor de la función*.[19] Así, en $y = f(x)$,

[18] El estudiante que no esté familiarizado con la noción de una relación funcional debe referirse al capítulo XVIII, § 2, más adelante.

[19] Se observará que hablamos tanto de sustituir *valores por las variables* (por ejemplo: sustituir 10 por *x* en $y = \frac{1}{2}x$), como del *valor* del valor de la función (por ejemplo: 5 en el ejemplo dado).

y es el valor de alguna función indeterminada del argumento x. Ejemplos familiares de funciones son: $y = x^2$, $y = 2x^2 + 3x + 1$, $y = \sin x$, $y = \log x$. A menudo es posible representar una relación funcional mediante una gráfica.

Hasta aquí hemos ilustrado la noción de una variable mediante una relación funcional entre números. Pero no hay necesidad de restringir así la noción. Es, por lo tanto, deseable definir *variable* y *función* de tal suerte que evitemos esta restricción. Debe observarse que la variable representa uno cualquiera de un conjunto o clase. Podemos usar la palabra "elemento" por *miembro de una clase,* lo cual nos permite usar la segunda noción tan ampliamente como sea posible. Una variable, entonces, puede definirse de la siguiente manera: *Una variable es un símbolo que denota uno cualquiera de una clase de elementos.* La noción de relación funcional en su forma más general es la noción de correspondencia determinada, en abstracción del modo específico de tal correspondencia. La especificación del modo de correspondencia la da una regla (o conjunto de reglas) de tal índole que el valor de la variable dependiente correspondiente a cada valor de la variable independiente queda en consecuencia determinado. La clase representada por la variable y puede ser llamada los *referentes,* la clase representada por la variable x puede ser llamada los *relatos,* de la relación funcional. Una variable dependiente puede ser determinada por dos variables independientes. Por ejemplo, la temperatura de un gas es la función de su presión y su volumen. No es esencial a la relación funcional el que y, la variable dependiente, sea determinada por cada valor de x, la variable independiente; ni el que a cada valor de x por el que se da y deba corresponder un, y sólo un, valor de y, pues x puede determinar un conjunto de valores de y. Es necesario, pues, distinguir entre las funciones *de un solo valor* y las funciones *de muchos valores.* Éstas pueden definirse de la siguiente manera:

Una variable y es una *función de un solo valor* de una variable x cuando existe una relación de correspondencia entre la clase representada por x y la clase representada por y, correspondencia de tal índole que cada valor de x determine de manera única un valor de y.

Una variable y es una *función de muchos valores* de una variable x cuando existe una relación de correspondencia entre la clase representada por x y la clase representada por y, correspondencia de tal índole que cada valor de x determina un conjunto de valores de y.

No es necesario, para nuestros fines, examinar las diferentes clases de funciones, pero es importante observar que estas definiciones no restringen las clases representadas por las variables a clases de números. Lo más importante es tener claridad acerca del uso de la variable. Una definición satisfactoria de *la variable* presupone la noción de *cualquiera.* No es posible examinar esto aquí. [20] Frege sugirió que la variable mantiene *un lugar vacío* que debe ser llenado por un ele-

[20] Véase RUSSELL, *Principles of mathematics,* capítulo VIII.

mento de la clase representada por la variable, a fin de que la expresión en que ocurre la variable pueda ser completada.[21] Esta afirmación no asegura, sin embargo, la condición de que, siempre que la misma letra aparece, el mismo valor será sustituido. Así no podríamos distinguir entre "$3x^2 + x$" y "$3x^2 + y$". Lo que se necesita es la noción de *uno cualquiera* de una cierta clase definida por la función. Es decir, que una variable representa *uno cualquiera, pero no uno determinado,* de un conjunto de elementos, siendo definido el conjunto por la relación funcional específica.

En el sentido más general, toda expresión que contenga dos o más variables puede ser llamada una *función.* Ahora debemos considerar la forma específica de función que Russell llama *función proposicional.* Es aconsejable que empecemos con un intento de comprender qué quiere decir exactamente Russell cuando habla de una función proposicional, y luego consideremos la relación de *función proposicional* con el concepto matemático de *función* tal como lo hemos definido.

Russell parece haber sido llevado a introducir la noción de función proposicional a fin de facilitar el análisis de las proposiciones generales tales como *Todos los hombres son mortales, Algunos hombres son sabios.* Parece claro que lo que se asevera en la proposición *Todos los hombres son mortales* es que *cualquier hombre,* no importa cómo se le seleccione de entre la clase *hombres,* es mortal. Esto podría expresarse en la forma: Si A representa *cualquier* hombre, entonces A es mortal. Ahora bien, A en esta expresión es claramente una *variable.* Es imposible considerar "A" como un nombre propio de un individuo arbitrariamente escogido; "A" representa *uno cualquiera* del conjunto de miembros que constituyen la clase *hombres.* Si, por lo tanto, simbolizamos la variable por medio de la letra "x", de acuerdo con la costumbre usual, obtenemos el aserto: Si x es un hombre, entonces x es un mortal, para todos los valores de x. La expresión "Si x es un hombre, entonces x es un mortal" es una *función proposicional.* Mediante el empleo de esta expresión podemos hacer claro el análisis de la *proposición* general *Todos los hombres son mortales.* Este punto ha sido enunciado por Russell de una manera que pone de manifiesto muy claramente el uso de las funciones proposicionales. Dice Russell:

> Ahora bien, cuando os preguntáis qué es lo que realmente se asevera en una proposición general tal como "Todos los griegos son hombres", por ejemplo, encontráis que lo que se asevera es la verdad de todos los valores de lo que yo llamo una función proposicional. Una *función proposicional* es simplemente *cualquier expresión que contiene un constituyente indeterminado, o varios constituyentes indeterminados, y que se convierte en una proposición tan pronto como los constituyentes indeterminados son deter-*

[21] FREGE, *Ueber Begriff und Gegenstand. Cf.* COUTURAT, *op. cit.*, p. 148.

minados. Si yo digo "*x* es un hombre" o "*n* es un número", ésa es una función proposicional.[22]

Resulta claro que "*x* es un hombre" no expresa una proposición, pues no expresa nada que sea verdadero ni falso, ya que *x* representa un elemento indeterminado. Si sustituimos "Bernard Shaw" (que puede considerarse un nombre propio) en lugar de "*x*" en "*x* es un hombre", entonces "Bernard Shaw es un hombre" expresa una proposición verdadera. Así, las proposiciones se obtienen a partir de funciones proposicionales mediante la sustitución de valores determinados en lugar de las variables que ocurren en la función proposicional. También podemos obtener una proposición mediante la aseveración de que una función proposicional es verdadera (o falsa) para todos, o algunos, de los valores para las variables. Así, "Para todos los valores de *x*, si *x* es un hombre, entonces *x* es mortal" expresa una proposición, a saber, la proposición que también puede ser expresada por "Todos los hombres son mortales".

No es fácil en modo alguno determinar precisamente la naturaleza de una función proposicional. En *Principia mathematica*, Russell da la siguiente explicación:

> Al decir "función proposicional" significamos algo que contiene una variable *x* y expresa una *proposición* tan pronto como a *x* se le asigna un valor. Es decir, una función proposicional difiere de una proposición solamente por el hecho de que es ambigua: contiene una variable cuyo valor no está asignado. Concuerda con las funciones ordinarias de las matemáticas en el hecho de que contiene una variable que no está asignada; en lo que difiere es en el hecho de que los valores de la función son proposiciones.[23]

En esta afirmación, Russell hace hincapié en la *ambigüedad* de una función proposicional y asevera que esta ambigüedad constituye la única diferencia entre una función proposicional y una proposición. Esta parece ser una manera poco afortunada de expresar el asunto. Al decir "ambigüedad", Russell parece significar *indeterminación*, que es la característica de la variable. Decir que una expresión que contiene una variable es una expresión *ambigua*, implica un uso engañoso del lenguaje. Lo importante es que hay una correspondencia determinada especificada por la relación funcional que rige entre las variables. Ya hemos visto que ésta es la característica de una función matemática. Russell distingue más adelante entre una función proposicional y un

[22] *The monist*, 1919, p. 192. Debe observarse que RUSSELL usa comillas para señalar una *proposición* que ocurre en otra afirmación, de suerte que escribe "Todos los griegos son hombres" donde nosotros escribiríamos *Todos los griegos son hombres*. RUSSELL no siempre logra hacer clara la distinción entre la *expresión* y *lo que es expresado*.

[23] *Op. cit.*, vol. I, p. 38.

valor indeterminado (o, como él dice, ambiguo) de la función. Para señalar esta distinción, él escribe "$\hat{x}$ está lastimado" para expresar la función proposicional, y "x está lastimado" para expresar el valor indeterminado de la función.[24] Más adelante nos ocuparemos en esta distinción.

Ahora tenemos que considerar en qué aspectos una función proposicional se parece a, y en qué aspectos difiere de, una función matemática ordinaria. En el pasaje citado, Russell señala que concuerdan en que contienen variables no asignadas y difieren en que los valores de una función proposicional son proposiciones. Esto, sin embargo, no parece ser una explicación lo suficientemente precisa del asunto. Russell dice también que "las funciones proposicionales son la clase fundamental de la que se derivan las clases más usuales de función, tales como 'sin *x*', o 'log *x*', o 'el padre de *x*'."[25] Tales funciones reciben el nombre de *funciones descriptivas*; ellas significan que "el término tiene tal o cual relación con *x*", de modo que la función *describe* el valor de *x* que satisface la función. Así, log *x* significa "el logaritmo de *x*". Si sustituimos el valor determinado 3 en lugar de *x* en la expresión "log *x*", obtenemos "el logaritmo de 3". Ahora bien, "el logaritmo de 3" *describe* el número ·4771. . ., "el logaritmo de 2" *describe* el número · 3010. . ., del mismo modo que "el padre de Jorge V" describe a Eduardo VII. Es importante distinguir *el número descrito* de *su descripción*, puesto que el *mismo* número puede tener muchas descripciones diferentes, al igual que el *mismo* hombre puede tener muchas descripciones diferentes que le sean aplicables. Por ejemplo, *el número* 2 puede ser descrito como "el único primo par", "la raíz cuadrada de 4", "la suma de 1 y 1"; Eduardo VII puede ser descrito como "el sucesor de la Reina Victoria", "el Rey de Inglaterra en 1905", etc. En la función matemática $y = \log x$, *y* es, como hemos visto, *el valor de la función*, y si x fuera sustituida por 3, entonces *el valor del valor de la función es* ·4771 . . .

Debemos considerar ahora una función proposicional, por ejemplo, "x está lastimado". Si sustituimos un valor determinado, por ejemplo, "este muchacho", por "x", obtenemos la proposición *Este muchacho está lastimado*. En este caso, entonces, tenemos una proposición, no una descripción, pues resulta claro que *Este muchacho está lastimado* es o verdadero o falso, y no describe nada. Por lo tanto, en el caso de una función proposicional no hay nada análogo al término descrito en el caso de la función matemática. Frege, empero, supuso que sí lo había. Una breve consideración de su concepción puede permitirnos ver exactamente en qué difieren las dos clases de funciones que hemos estado examinando. Frege pensó que toda proposición era una descripción que describía o *lo verdadero* o *lo falso*. De tal suerte, sostuvo que tanto "$2^2 = 4$" como "$3 > 2$" describen *lo ver-*

[24] La expresión "$\hat{x}$ está lastimado" puede leerse "x-*gorra* está lastimada".
[25] *Op. cit.*, p. 15.

dadero, del mismo modo que "2^2" describe a 4.[26] De aquí que la expresión funcional "$x^2 = 4$" tendría, según la concepción de Frege, sólo dos valores, a saber, *lo verdadero* para un argumento, viz. 2, *lo falso* para todos los argumentos, viz. 1^2, 3^2, 4^2, etc. Esta concepción ciertamente parece errónea. Está ligada con una teoría acerca del "significado" y la "denotación" que no podemos examinar aquí.[27] Pero vale la pena tomar nota de la concepción de Frege porque, si fuese correcta, entonces las funciones proposicionales serían exactamente análogas a las funciones matemáticas. Si la concepción de Frege fuese correcta, podríamos escribir "$y = x$ está lastimado", y entonces y sería la variable dependiente, del mismo modo que en "$y = \log x$". En el caso de la función proposicional, "y" podría tener sólo *dos* valores, a saber, *lo verdadero* y *lo falso*. Frege dio a estos valores el nombre de "valores de verdad", a saber, *verdad* cuando la proposición obtenida mediante la sustitución de valores determinados es *verdadera*, *falsedad* cuando es *falsa*. Así, pues, si en la expresión "$y = x$ está lastimado" fuésemos a sustituir "este muchacho", y si fuera verdadero *que este muchacho está lastimado*, entonces "$y = x$ está lastimado" tendría el valor de verdad *verdad* con el argumento *este muchacho;* si no fuera el caso que este muchacho está lastimado, entonces "$y = x$ está lastimado" tendría valor de verdad *falsedad* con el argumento *este muchacho*. Según la concepción de Frege, entonces los valores de verdad de "x está lastimado" estarían relacionados con "está lastimado" del mismo modo que los valores de $\log x$ están relacionados con la función *log*. Pero éste no es el caso. Concluimos, por lo tanto, que no hay nada en la función proposicional análogo a "x está lastimado" del modo que y es análogo a "$\log x$" en la función matemática "$y = \log x$". Así, pues, las dos clases de función no son exactamente análogas.

En el caso de una función proposicional, pues, parece que no hay nada correspondiente al valor de la función, puesto que no hay nada correspondiente al término descrito por la función matemática descriptiva. Pero sí hay algo de lo cual puede decirse, en cierto sentido, que toma su lugar. Para ver esto debemos volver a la distinción entre la función proposicional "$\hat{x}$ está lastimado" y el valor indeterminado de la función "x está lastimado". Será conveniente escribir "Φ" por "está lastimado", de manera que las dos expresiones se conviertan en "$\Phi\hat{x}$" y "Φx". Φx puede considerarse como una proposición variable; es aquello que la función $\Phi\hat{x}$ denota indeterminadamente, en tanto que $\Phi\hat{x}$ es aquello que denota a Φx indeterminadamente. Russell diría que Φx hace una afirmación indeterminada acerca de cualquier valor de $\Phi\hat{x}$ mientras que $\Phi\hat{x}$ hace una aseveración acerca de una indeter-

[26] Véase FREGE, *Function und Begriff*, p. 13; *Ueber Sinn und Bedeutung*, p. 32.

[27] Para un examen de la teoría de FREGE, véase RUSSELL, *Principles of mathematics*, Apéndice A. FREGE sostenía que las descripciones eran *nombres propios* para *lo verdadero* y *lo falso*.

minación.[28] Ahora bien, la proposición indeterminada, o variable, Φx es, en cierto sentido, dependiente de la variable x. Expresa *algo que tiene la propiedad* Φ. $\Phi\hat{x}$ expresa *la propiedad que algo tiene*. Por lo tanto, $\Phi\hat{x}$ corresponde, en cierto sentido, al *log*, es decir, la función; Φx corresponde al número del cual algo es el log, es decir, al valor indeterminado. La proposición variable Φx *es*, sin embargo, realmente análoga a la descripción variable "el log de x"; no es análoga al número variable y que "el log de x" describe. No podemos, pues, considerar que la función proposicional tiene algo exactamente correspondiente a la variable dependiente en la expresión "$y = \log x$".

§ 4. *Ilustraciones tomadas del simbolismo de Principia Mathematica*

Hemos visto que un simbolismo satisfactorio debe ser preciso, sistemático y conciso. El uso de símbolos precisos, es decir, bien definidos y por lo tanto no ambiguos, constituye una ayuda para el análisis de las nociones que los símbolos expresan. Un simbolismo conciso nos permite expresar breve y claramente afirmaciones que serían innecesariamente complicadas y prolijas si se expresaran en el lenguaje ordinario. En *Principia mathematica*, Russell y Whitehead han elaborado un simbolismo que satisface estos requisitos.[29] En esta sección explicaremos este simbolismo en la medida en que es necesario para su utilización en el análisis de las descripciones y las clases.

Ya hemos usado minúsculas latinas *cursivas* para expresar las variables que ocurren en formas proposicionales, por ejemplo: "x es p". También hemos empleado mayúsculas latinas para expresar relaciones, por ejemplo R, S. También hemos usado, en el capítulo IV, las minúsculas p, q y r para expresar proposiciones indeterminadas, es decir proposiciones variables. Ahora sistematizaremos este uso de la siguiente manera:

Variables. (i) Minúsculas latinas tomadas del final del alfabeto se usan para expresar individuos variables: x, y, z; (ii) las minúsculas p, q, r expresan proposiciones variables.

Funciones proposicionales. Las mayúsculas griegas Φ, Ψ y X se usan para expresar funciones variables que incluyen una variable, por ejemplo: "$\Phi(x)$", "$\Psi(x)$". Usualmente resulta conveniente omitir los paréntesis alrededor de la variable, y así escribimos "$\Phi(x)$" como "Φx". Las funciones proposicionales que incluyen dos o más variables pueden escribirse "$\Phi(x, y)$", "$\Phi(x, y, z)$". Pero por lo común es más conveniente expresar una función que incluya dos variables mediante

[28] Véase *Principia mathematica*, vol. I, pp. 40-41. RUSSELL emplea la palabra "ambiguo" donde yo he empleado "indeterminado". Si diéramos a x un valor, representado por la constante a (o sea, un valor del *argumento* x), entonces Φa es un valor de Φx, y es un valor para $\Phi\hat{x}$.

[29] El simbolismo de *Principia mathematica* está basado en el de Peano. (Véase capítulo X, § 5, y *cf.* capítulo XXV, § 3 más adelante.)

los símbolos para relaciones, de la siguiente manera: "x R y". Ya estamos familiarizados con la expresión simbólica de la forma proposicional exhibida en cualquier proposición relacional diádica.

Pertenencia a una clase. La relación *es un,* que denota pertenencia a una clase, es simbolizada por la minúscula griega ε. Ésta fue escogida por Peano por ser la primera letra de la palabra griega ἐστί, que significa "es". Así, ε expresa el "es" que denota pertenencia a una clase, no el "es" que expresa predicación.

Clases variables. Las minúsculas griegas α, β, γ se usan para expresar una clase variable. Así, si queremos hablar acerca de cualquier clase y no acerca de una clase particular dada, usamos α; si queremos hablar acerca de cualquier *otra* clase, pero no de una clase dada, usamos β, y así sucesivamente. Si queremos hablar acerca de un miembro variable de una clase α, expresamos "x es miembro de la clase α" mediante "x ε α".Así, "x ε α" es la forma proposicional de las proposiciones de pertenencia a una clase.

Proposiciones elementales compuestas. Ya hemos distinguido cuatro clases de proposiciones compuestas, relacionadas de tal modo que cualquier proposición expresada en una de las formas podría ser expresada, con modificaciones adecuadas, en las otras formas. Ahora simbolizaremos estas formas, usando la terminología de *Principia mathematica.* Se recordará que cada una de la formas combinadas puede ser contradicha por una proposición conjuntiva. Necesitamos un símbolo para expresar la negación. El símbolo que se usa es ∼. Así, la negación de "*p*" se expresa con "∼ *p*". De tal suerte, "∼ *p*" puede leerse como "*no-p*".

Proposiciones combinadas.

(i) "Si *p,* entonces *q*" será simbolizada por "*p* ⊃ *q*".

El símbolo "⊃" expresa "implica" de manera que "*p* ⊃ *q*" puede leerse como "*p* implica *q*".

(ii) "O bien *p* o bien *q*" será simbolizado por "*p* v *q*".

El símbolo "v" expresa "o bien", de manera que "*p* v *q*" puede leerse como "*p* o bien *q*". Hemos usado hasta aquí el nombre "alternativa" para expresar proposiciones combinadas de esta forma. Pero los lógicos matemáticos usan el nombre "disyuntiva" en vez de "alternativa", y nos resultará conveniente adoptar su terminología.[30]

Proposiciones compuestas. La proposición conjuntiva "*p* y *q*" será simbolizada por "*p* . *q*". El punto . expresa que ambas proposicio-

[30] Esta terminología es desafortunada, puesto que "o" expresa "uno u otro" sin excluir la posibilidad de ambos; por lo tanto, *o* no *disyunta* las proposiciones conectadas por medio del mismo *o.*

nes son aseveradas juntas.[31] Por lo tanto, "p . q" puede leerse como "Ambas p y q".

La proposición disyuntiva "$p \vee q$" puede considerarse como la negación de una proposición conjuntiva, de modo que, usando el simbolismo que acabamos de explicar, podemos expresar "o bien p o bien q" por "$\sim(\sim p \,.\, \sim q)$". No necesitamos, por lo tanto, un símbolo adicional para expresar "no ambas". Podríamos empezar, o bien con disyunción o bien con conjunción, y definir la una en términos de la otra. Así podemos *definir* la proposición conjuntiva "p . q" como la negación de la proposición disyuntiva "o bien no-p o bien no-q". Expresada en este simbolismo, esta definición es:

$$p \,.\, q \,.\, = \,.\, \sim(\sim p \vee \sim q) Df.$$

El símbolo "$\ldots = \ldots Df$" representa "es el equivalente definido de". El símbolo "$=$" debe ser tomado en conjunción con "Df" que está escrito al final de la expresión al lado derecho de "$=$". Debe observarse que en esta expresión los *puntos* se usan de dos maneras: primero, para simbolizar una conjunción de proposiciones; segundo, para servir de paréntesis, mostrando que una expresión compleja ha de ser tratada como una expresión *simple*. Así, los puntos se usan para servir a manera de paréntesis en las expresiones algebraicas. El uso correcto de los paréntesis es muy importante. Una ilustración sencilla tomada del álgebra elemental lo mostrará claramente.

Compárese $\sqrt{a} + x$

con $\sqrt{a + x}$

La primera expresión significa que x debe ser sumada a la raíz cuadrada de a; la segunda expresión significa que x debe ser sumada a a y que la raíz cuadrada del total va a ser derivada. En un simbolismo lógico se necesita un recurso similar. En el lenguaje hablado, la distribución de los paréntesis se indica por el tono de la voz o por las pausas. Para los fines lógicos, necesitamos un modo sistemático de indicar qué es lo que ha de considerarse como una expresión simple. Los paréntesis exteriores se indican con un mayor número de puntos. Este uso de los puntos lo explicaremos cuando tratemos las expresiones en que se les usa así.

A menudo queremos decir que dos proposiciones son *equivalentes* en el sentido de que, aunque son proposiciones diferentes, si una de ellas es verdadera, la otra también lo es, y a la inversa. Éste es el sentido que dimos a *equivalencia* —o "coimplicación", para emplear

[31] La conjunción de p y q se llama su *producto lógico,* puesto que es análogo a un producto algebraico. En consecuencia, algunos lógicos escriben la proposición conjuntiva dada arriba como "pq".

el término de Johnson— en el capítulo VII. La "equivalencia" es simbolizada por "$\equiv$". Así obtenemos la expresión

$$\text{“}p \equiv q \;.\; = \;.\; p \supset q \;.\; q \supset p \; Df.$$

Debe observarse que el punto a la izquierda de = muestra que la totalidad de lo que lo antecede es definido por la totalidad de lo que sigue al punto a la derecha de "="; en tanto que el punto entre q y q es el símbolo de la conjunción lógica. Esta expresión puede leerse como " 'p es equivalente a q' es el equivalente definido de 'p implica q' y 'q implica p' ".

Proposiciones no-elementales. Una función proposicional puede ser afirmada como verdadera para todos sus valores, o para algunos de sus valores; o, de la misma manera, puede ser afirmada como falsa. Por lo tanto, necesitamos símbolos para expresar "verdadera para todos los valores de la variable", "verdadera para algunos valores de la variable". Esto se expresa como sigue:

"Φx es siempre verdadera" es expresada por "$(x) \;.\; \Phi x$".

"Φx es algunas veces verdadera" es expresada por "$(\exists x) \;.\; \Phi x$".

Así, "(x)", en "$(x) \;.\; \Phi x$", puede leerse como "para todos los valores de x". La mayúscula invertida en "$(\exists x) \;.\; \Phi x$" puede leerse como "Hay una x tal que..."[32] La expresión completa puede leerse como "Hay una x tal que Φx es verdadera", y esta expresión es equivalente a "Φx es algunas veces verdadera".

Negar que Φx es siempre verdadera es equivalente a afirmar que la negación de Φx es algunas veces verdadera. En nuestro simbolismo, esto puede ser expresado por "$(\exists x) \sim \Phi x$", que puede leerse como "Hay una x tal que '$\sim\Phi x$' es algunas veces verdadera", o como "$\sim\Phi x$ es algunas veces verdadera". De manera similar, "Φx es siempre falsa" puede ser expresada por "$\sim\Phi x$ es siempre verdadera", es decir, por

$$(x) \;.\; \sim\Phi x.$$

Las expresiones "$(x) \;.\; \Phi x$" y "$(\exists x) \;.\; \Phi x$" contienen funciones proposicionales que incluyen variables aparentes. No existe diferencia en significado entre "$(x) \;.\; \Phi x$" y "$(y) \;.\; \Phi y$". En cada caso, la minúscula latina representa una variable aparente.

Algunas veces queremos decir que un valor, y sólo un valor, satisface una función proposicional dada. Esto se expresa de la siguiente manera:

"$(\iota x)\ (\Phi x)$", que puede leerse como "el término que satisface a Φx". Cuando queremos hablar de *todos los términos* que satisfacen

[32] Se observará que la relación expresada por $(\exists x)$ es la *inversa lógica* de la relación expresada por ε, lo cual probablemente explica la elección de una e invertida como la inversa *gráfica* de ε.

una función, usamos la expresión "$\hat{x}(\Phi x)$", que puede leerse como "los términos que satisfacen a Φx" o "las x tales que Φx es verdadera".[33]

"El" o "la" en singular se emplea a menudo para expresar una descripción aplicable a un objeto solamente, por ejemplo: "el hombre más rico del mundo". Tales expresiones se usan con frecuencia, de modo que resulta útil tener una expresión simbólica concisa como el símbolo antes mencionado "(ιx) (Φx)". Si queremos decir que el término que satisface a "Φx" existe, usamos el símbolo

$$\text{“}E!(\iota x)\ (\Phi x)\text{”},$$

que puede leerse como "El término que satisface a Φx existe".

Puesto que "$(\exists x)\ .\ \Phi x$" significa "Hay una x tal que Φx es verdadera", es conveniente escribir

"$(\exists c)\ .\ \Phi x$" para expresar "Hay un objeto c tal que Φx es verdadera cuando c sustituye a x".

Aquí, c expresa una constante desconocida, a saber, un valor de x, que satisface a "Φx". Esta expresión no significa que hay *sólo un* objeto c tal que Φx es verdadera cuando c sustituye a x, sino que hay *cuando menos un* objeto tal.

Con la ayuda de esta expresión podemos definir la expresión "$E!$ (ιx) (Φx)" de la siguiente manera:

$$E!\ (\iota x)\ (\Phi x)\ .\ =\ :\ (\exists\, c)\ :\ \Phi x\ .\ \equiv_x\ .\ x = c.\ Df.$$

Esta expresión completa debe leerse como:

"'*El término que satisface a* Φx' *existe*" es la equivalente definida de "*Hay un objeto c tal que* Φx *es verdadera cuando x es c y no de otra manera*".

Por lo que se refiere a los símbolos utilizados en la expresión a la izquierda, debe observarse que "$=$" en "$x = c$" significa "es idéntico a". Este símbolo no debe confundirse con "$\ldots = \ldots$ *Df*", que significa "*es equivalente por definición*", o sea, "*es el equivalente definido de*". También debe observarse que la x suscrita después de "$\equiv$" sinifica "para todos los valores de x". De tal suerte, si quisiéramos decir que dos funciones proposicionales son equivalentes, podríamos expresarlo así:

$$\text{“}\Phi x\ .\ \equiv_x\ .\ \Psi x\text{”},$$

que podría leerse: "Φx es equivalente, para todos los valores de x, a Ψx". Esto también podría expresarse con el símbolo usado antes, a saber:

$$\text{“}(x)\ .\ \Phi x\ .\ \equiv\ .\ \Psi x\text{”}.$$

[33] Así, "$\hat{x}(\Phi x)$" expresa "la clase definida por Φx", donde Φx sería la función y Φx un valor indeterminado de la función.

Puesto que ya tenemos el símbolo $\supset$ para "implica", podemos ver que "Φx implica Ψx" será expresado por

$$``\Phi x \,.\, \supset \,.\, \Psi x\,." \,.$$

Si queremos decir que, para todos los valores de x, esta explicación rige, podemos expresarlo mediante

$$``\Phi x \,.\, \equiv_x \,.\, \Psi x",$$

o mediante

$$``(x) : \Phi x \,.\, \supset \,.\, \Psi x".$$

Un examen de las diversas expresiones simbólicas que hemos dado mostrará cómo se usan los puntos para poner entre paréntesis las expresiones. Así, por ejemplo, en la expresión

$$E!\,(\iota x)\,(\Phi x) \cdot = : (\exists c) : \Phi x \cdot \equiv_x \cdot x = c \; Df$$

los dos puntos después de $(\exists c)$ muestran que *todo* lo que *sigue* pertenece a $(\exists c)$. Como ejemplo adicional, podemos contrastar

$$p \vee q \,.\, \supset \,.\, q \vee p \qquad \text{(i)}$$

$$\text{con} \quad p \vee q \,.\, \supset \,.\, q : \vee : p. \qquad \text{(ii)}$$

Aquí, (i) significa " '*p* o *q*' implica '*q* o *p*' ",

(ii) significa "o bien '*p* o *q*' implica *q*, o bien *p* es verdadera". [34]

[34] El estudiante hallará una introducción útil a este tema en el artículo del profesor L. J. Russell sobre "An elementary symbolism for logic" (*Mind*, enero de 1928).

IX. PROPOSICIONES GENERALES, DESCRIPCIONES Y EXISTENCIA

"'¿A quién pasaste en el camino?' —continuó el rey, tendiéndole la mano al mensajero para recibir más heno.
'A nadie' —dijo el mensajero.
'Cierto —dijo el rey—: esta joven también lo vio. Así que, desde luego, nadie camina más despacio que tú.'
'Yo hago cuanto puedo —dijo el mensajero en un tono remolón—. Estoy seguro de que nadie camina mucho más rápidamente que yo.'
'No puede hacerlo —dijo el rey— o de lo contrario habría llegado aquí primero.'"

—LEWIS CARROLL

§ 1. *Clases y proposiciones generales*

SI NO LOGRAMOS aprehender la significación de las expresiones lógicamente impropias, seguramente cometeremos errores en lo que se refiere a la forma lógica.[1] Una expresión lógicamente impropia no tiene por qué ser, en modo alguno, impropia para los fines de la discusión ordinaria. Una expresión es impropia sólo si produce confusión o engaño; si no estamos interesados en problemas lógicos, no tenemos por qué ser confundidos, y usualmente no lo somos, por el uso de expresiones lógicamente impropias. Cuando una expresión es familiar, puede usársela de tal modo que entendamos lo que se dice. Para los fines ordinarios no es necesario saber qué es exactamente lo que se afirma; basta con que entendamos lo que el hablante desea comunicar. En el nivel del pensamiento ordinario, podemos decir lo que es al mismo tiempo verdadero e importante sin preocuparnos por cuestiones de análisis. Cuando no intentamos ser precisos, la familiaridad es un sustituto útil de la claridad. El grado de precisión requerido depende del propósito del pensante.

La noción de *clase* es sumamente familiar; por lo tanto, entendemos las proposiciones de clase. La noción de *individuo* es igualmente fami-

[1] Véase capítulo v, § 5, y *cf.* capítulo iv, § 6.

liar; por lo tanto, entendemos las proposiciones singulares. Nadie supone que una *clase* es un objeto de la misma especie, o tipo, que un individuo. Todos podemos advertir lo absurdo de un error atribuido a un filósofo chino, el cual, según se dice,[2] afirmó que si hay una vaca parda y un caballo bayo, hay tres cosas; pues la vaca parda es una cosa, el caballo bayo es otra cosa, y los dos juntos son una tercera cosa. Ahora debemos investigar dónde radica precisamente lo absurdo de esta afirmación. Es decir, debemos preguntarnos qué es una *clase*. Empezaremos por considerar cómo llegamos a reconocer una clase dada y cómo usamos los símbolos de clase, es decir, los símbolos (incluidas las palabras) que se emplean para referirse a las clases.

Considérense, por ejemplo, *las personas que son cultas*. Éstas constituyen una clase. Existe, en el uso común, la palabra "sabio", que puede considerarse como sinónimo de "las personas que son cultas". El que tengamos una sola palabra o el que tengamos que emplear una frase, es un accidente del lenguaje que depende principalmente de cuán a menudo deseemos referirnos a una clase. *Sabios* son *todos los individuos que son cultos,* a saber, un conjunto de individuos que se distingue de otros conjuntos de individuos en que cada individuo del conjunto posee la propiedad de *ser culto.* Hay dos maneras de seleccionar los individuos que forman una clase. Una manera consiste en enumerar los individuos uno después del otro, siendo indiferente el orden de enumeración. Por ejemplo, podríamos enumerar los individuos *Melchor, Baltazar, Gaspar,* formando así el conjunto que consta de *Melchor y Baltasar y Gaspar.* La segunda manera consiste en seleccionar cierta propiedad que pueda pertenecer a muchos individuos. Por ejemplo, las propiedades de *ser un Rey del Oriente y haber seguido la Estrella hasta Belén* son atribuidas a cada uno de los tres individuos, conocidos como *Los Reyes Magos,* cuyos nombres propios eran *Melchor, Baltasar, Gaspar. Los Reyes Magos* no se deriva mediante una enumeración de estos tres; es un conjunto determinado por una conjunción de propiedades pertenecientes a cada individuo en el conjunto y a ningún otro individuo. Tal conjunto es una clase. Existe una diferencia importante entre un conjunto enumerativo y una clase, puesto que la segunda está determinada por una propiedad, o conjunción de propiedades, mientras que el primero es seleccionado mediante una enumeración. Los individuos que constituyen el conjunto enumerativo poseen, sin embargo, una propiedad común, a saber, la propiedad de ser uno u otro de los individuos enumerados. En el ejemplo dado anteriormente los tres individuos enumerados poseen en común la propiedad de *ser o bien Melchor o Baltasar o Gaspar,* y ningún otro conjunto posee esta propiedad. La selección enumerativa de una clase sólo es posible en el caso de clases finitas, es decir, de clases que constan de un número finito de miembros. Una clase

[2] Véase *Our knowledge of the external world,* p. 206; *The monist,* 1919, p. 353.

infinita no es enumerable, de suerte que tal clase *debe* ser determinada por una propiedad, o por una conjunción de propiedades, por medio de la clase, o de las cuales la clase es seleccionada; una clase finita *puede* ser, y comúnmente es, determinada así. La conjunción de propiedades que determinan una clase es su *intensión* o connotación. El conjunto de individuos al que pertenecen las propiedades es la *extensión* o denotación. La intención constituye la propiedad definidora de la clase. Así, una clase combina una intensidad y una extensión; es una extensión *determinada por* una intensidad dada. Por ejemplo, la conjunción de propiedades *ser inglés y ser papa* determina la clase *papas ingleses*. La conjunción de propiedades *ser hindú y ser papa* determina la clase *papas hindúes*. Hasta la fecha, la primera clase sólo tiene un miembro; la segunda, ninguno. Pero en cada caso la intensión determina *una extensión,* pues hablar de una clase es hablar de una propiedad como determinante de un conjunto de miembros. Si no hay ningún miembro que haya de ser así determinado, la extensión es nula y la clase es llamada la clase nula.[3] Si hay un solo miembro, se dice que la clase es una clase de unidad. La clase no es idéntica a sus miembros; por lo tanto, una clase con un solo miembro no es idéntica a ese miembro, como tampoco podría una clase ser un miembro de sí misma.

Podríamos tener un conocimiento directo del individuo llamado "Melchor" y de cada uno de los otros individuos de la clase *Los Reyes Magos*. Pero no podríamos tener un *conocimiento directo* de ellos en tanto que son *todo el conjunto*; no podemos tener un conocimiento directo de *un todo*. No hay, además del conjunto de individuos y de las propiedades que los define *como una clase,* otro *individuo* que sea *la clase*. Cuando reconocemos esto, podemos evitar el error en que incurrió el filósofo chino. Puesto que el aspecto relativo a la intensión es fundamental, podría suponerse que la clase puede identificarse con la propiedad definidora. Eso, sin embargo, sería un error. Dos o más propiedades definidoras *diferentes* pueden determinar la misma extensión. Pero dos clases diferentes no pueden tener los *mismos* miembros. La clase *hombres* está determinada tanto por la propiedad definidora *animal racional* como por la propiedad definidora *ser bípedo e implume*. Como señala Russell, es "este hecho de que una característica definidora nunca es única, lo que hace útiles a las clases".[4] Las propiedades definidoras que determinan la misma extensión se consideran equivalentes.

Puesto que no podemos tener conocimiento de *la clase,* la manera en que nos referimos a un individuo cuando usamos un símbolo de clase es muy diferente de la manera en que nos referimos a él cuando usamos un nombre propio. En el primer caso nos referimos descriptivamente al individuo dado; en el segundo, demostrativamente. No podemos referirnos demostrativamente a menos que se presente

[3] Véase más adelante, p. 215.
[4] *Int. math. phil.*, p. 14.

el individuo, pero podemos referirnos descriptivamente a un individuo que no está presentado, e incluso sin saber que existe tal individuo. Debido a que los símbolos de clase son descriptivos podemos prefijarlos significativamente con palabras como "alguno", "cualquier", "todos", "un", "él". Cuando hablamos de los *hombres*, nos referimos a *todo el que sea humano*. Así podemos expresar "hombres" mediante la función proposicional "$\hat{x}$ es humano". Si sustituimos a x en "$\hat{x}$ es humano" por el nombre de un individuo que es humano, tenemos una oración que expresa una proposición verdadera. Por ejemplo, la sustitución de x por "Sócrates" produce la proposición verdadera *Sócrates es humano*. Así, la clase *hombres* es el conjunto de individuos cuyos nombres pueden sustituir a x en "$\hat{x}$ es humano" de tal modo que den una oración que exprese una proposición verdadera. Este conjunto de individuos satisface la función proposicional "$\hat{x}$ es humano". Esta manera de expresar clases proporciona un método útil de expresar el análisis de las proposiciones en cuya expresión verbal ocurren símbolos de clase.[5] Lo importante en la función proposicional "$\hat{x}$ es humano", que define la clase *hombres*, no es la función sino el *significado* o *intensión*. Es decir, que si $\Phi\hat{x}$ determina la clase definida por Φ, lo importante es el significado de "Φ", y el significado de "Φ" es una cierta *propiedad*. El conjunto de individuos que satisfacen $\Phi\hat{x}$ es la extensión de la clase definida por Φ. Si Φx es formalmente equivalente a Ψx, entonces Φx y Ψx determinan la misma extensión, y lo mismo Φ que Ψ podrían usarse para definir la clase. Toda propiedad determina una clase, a saber, la clase que consta de los objetos que poseen la propiedad. Conocemos la clase mediante la propiedad definidora, no mediante el conocimiento directo de sus miembros, aun cuando los miembros son de tal naturaleza que podríamos tener, o realmente tenemos, un conocimiento directo de cada uno.

De lo que hemos estado diciendo se deduce que podemos aseverar que *Todos los hombres son mortales* aunque ciertamente no tengamos un conocimiento directo de cada hombre individual. Más aún, en el aserto no entra ningún hombre real, puesto que la proposición es significativa tanto en el caso de que se conozca como en el de que no se conozca cualquier hombre dado. En cambio, "Esto es amarillo" carece de significación a menos que "Esto" se refiera demostrativamente a lo que es realmente presentado. En el capítulo IV distinguimos las proposiciones generales de las proposiciones simples; ahora podemos ver que la diferencia fundamental entre ellas consiste en que, en las proposiciones generales, la referencia es descriptiva y no demostrativa. O sea, que una proposición general implica el empleo de variables aparentes. El empleo de la variable aparente muestra que una propiedad o característica está siendo considerada en abstracción respecto del individuo o individuos a los cuales puede pertenecer. La proposición *Todos los que son sabios son dignos de con-*

[5] El empleo de funciones proposicionales es un recurso simbólico; no arroja ninguna luz sobre qué *es* una clase. Véase § 3 más adelante.

fianza puede expresarse convenientemente en la forma "Si x es sabio, x es digno de confianza, no importa lo que x pueda ser."

Usando el simbolismo explicado en el último capítulo, el cuadro tradicional de proposiciones puede ser expresado de una manera que muestra claramente sus diferencias de forma.

Hagamos que S represente los términos que satisfacen a $\Phi\hat{x}$, y que P represente los términos que satisfacen a $\Psi\hat{x}$. Entonces tenemos:

"S *a* P" significa "$(x).\Phi x \supset \Psi x$." (1)

"S *e* P" significa "$(x).\Phi x \supset \sim\Psi x$." (2)

"S *i* P" significa "$(\exists x).\Phi x.\Psi x$." (3)

"S *o* P" significa "$(\exists x).\Phi x.\sim\Psi x$." (4)

Se recordará que decir "para todos los valores de x, 'Φx implica Ψx' significa lo mismo que 'Φx implica Ψx' es siempre verdadero", o más brevemente "Φx siempre implica Ψx". Decir "para algunos valores de x, Φx y Ψx" significa lo mismo que " 'Φx y Ψx' es algunas veces verdadero", donde "algunas veces verdadero" significa "verdadero para *cuando menos un* valor de x". Esto es consecuente con la interpretación tradicional de "algún". El uso de estas expresiones muestra claramente la diferencia en la forma entre (1) y (3), y entre (2) y (4), así como el parecido en la forma entre (1) y (2), y entre (3) y (4).

En $(x).\Phi x \supset \Psi x$,[6] x puede tomar cualquier valor que dé *significación* a la función, es decir, que tenga *sentido*. Es claro que debe haber valores que hagan que la función sea *significativa* aunque no *satisfagan* la función; de otro modo, no habría proposiciones *falsas* sino únicamente colecciones de palabras sin sentido. Por ejemplo, si sustituimos x en "$\hat{x}$ es sentimental" por *Bernard Shaw*, entonces la proposición resultante es significativa, aunque pueda ser falsa; pero si sustituimos *El rojo*, obtendríamos la afirmación sin sentido *El rojo es sentimental*. Es significativo decir "Para todos los valores de x, si x es rojo, x está extendido", de modo que es significativo decir "Si *esto* es rojo, entonces esto está extendido", pero si "esto" se refiriera al color de la portada de este libro, * entonces *Esto es rojo* sería falso. Lo importante es que las proposiciones generales no tratan directamente acerca de los individuos que puedan tener las propiedades expresadas por "Φ" y "Ψ", sino acerca de las propiedades Φ y Ψ. Por lo tanto, al afirmar que *Toda S es P*, nos concierne no sólo lo que S es, sino también lo que S no es, mientras no incluyamos

[6] Russell da a una proposición como ésta el nombre de *implicación formal*, pero su concepción de una implicación formal depende de que se le asigne un significado especial a $\supset$, que no es el significado ordinario de "implica". Véase capítulo XII, § 4.

* La portada de este libro, en su edición inglesa original, es azul. (N. del T.)

ningún término que haga que la proposición sea no-significativa. Es por esta razón que podemos entender "Toda S es P" aun cuando no podamos enumerar todos los objetos que son S, siempre y cuando entendamos qué significa *ser un* S y *ser un* P. De aquí que sea conveniente interpretar (1) y (2) en el sentido de que no implican la existencia de S. Pero las proposiciones (3) y (4) sí implican existencia. Decir "Φx es algunas veces verdadera" es decir que hay argumentos (uno cuando menos) que satisfacen a Φx. Consecuentemente, $(\exists x).\Phi x.\Psi x$ afirma que hay argumentos que satisfacen *tanto* a $\Phi\hat{x}$ como a $\Psi\hat{x}$, o, como también podríamos decir, que las propiedades Φ y Ψ *pertenecen ambas* a algo. No especificamos cuál es ese algo, pero sí afirmamos que *hay* algo a lo cual pertenecen tanto Φ como Ψ. Esta proposición es claramente existencial. La única diferencia entre (3) y (4) consiste en que en (4)$\sim\Psi x$ reemplaza a Ψx; cosa similar sucede con (1) y (2). Pero (1) y (2) no son existenciales, en tanto que (3) y (4) sí lo son. Por lo tanto, (1) y (4) son contradictorias, al igual que (2) y (3). Este resultado concuerda con el cuadro tradicional de oposición. Pero, según nuestra interpretación de estas cuatro proposiciones, el universal no implica el particular de la misma calidad. Se desprende de ello que la inferencia de un particular a partir de una proposición universal, es inválida, por ejemplo: la conversión *per accidens* de A y la contraposición de E.[7] Se desprende también que *Darapti, Felapton, Bramantip* y *Fesapo* son modos inválidos del silogismo.

Puesto que las proposiciones generales son diferentes en forma de las proposiciones simples, se desprende de ello que un silogismo en el que ambas premisas son generales difiere en forma de uno en el que una premisa es general y una es simple. La proposición simple, por ejemplo: *Mussolini es falible*, es de la forma Φx. Las dos formas de silogismo pueden simbolizarse de la siguiente manera:

I. $(x).\Phi x \supset \Psi x.(x).\Psi x \supset X x: \supset.(x).\Phi x \supset X x.$

II. $(z).\Phi z \supset \Psi z:\Phi x: \supset.\Psi x.$

Empleando símbolos de clase y < para "está incluido en", las expresiones son:

I. $\alpha<\beta\cdot\beta<\gamma:\supset\cdot\alpha<\gamma\cdot$

II. $\alpha<\beta\cdot x\varepsilon\alpha:\supset\cdot x\varepsilon\beta\cdot$

§ 2. *El análisis de las descripciones*

En el último párrafo vimos que las proposiciones generales tratan directamente acerca de las propiedades que los objetos individuales pue-

[7] *Cf.* F. L., parte II, capítulo VIII.

dan poseer; no versan directamente sobre los objetos (si hay alguno) que poseen esas propiedades. Tales proposiciones no contienen un *particular* como un constituyente; sus constituyentes son *universales*. *Todos, algunos, cualquiera, un, el* se emplean para seleccionar la gama de objetos que poseen cierta propiedad, y pueden emplearse significativamente sólo en combinación con universales. Hasta aquí hemos considerado casos (que caen dentro del esquema tradicional) en los que se afirma que *alguno* (es decir, *cuando menos uno*), o que *todos* los objetos que poseen Φ poseen (o no poseen) Ψ. Ahora tenemos que considerar ciertas proposiciones cuyas expresiones lingüísticas ordinarias son tan lógicamente impropias que hacen difícil la determinación de su forma lógica. Es a Russell a quien los lógicos deben la primera indicación clara acerca de qué es exactamente lo que se quiere expresar cuando se usan estas expresiones lógicamente impropias. [8]

Empezaremos con la consideración de tres proposiciones, examinadas por Russell, que parecen ser proposiciones simples y elementales pero que en realidad no son elementales.

(1) *Scott es el autor de* WAVERLEY. Podemos preguntarnos qué afirma exactamente esta proposición. Claramente afirma que alguien escribió *Waverley*, y que no más de una persona escribió *Waverley*, puesto que "el" indica unicidad de referencia; también afirma que ninguna otra persona que no fuera Scott escribió *Waverley*. Por lo tanto, *Scott es el autor de* WAVERLEY es equivalente a la afirmación conjunta de

(i) cuando menos una persona escribió *Waverley*,

(ii) cuando más una persona escribió *Waverley*,

(iii) no hay nadie que escribiera *Waverley* y al mismo tiempo no sea idéntica a Scott.

La proposición, entonces, sería falsa si nadie hubiese escrito *Waverley*, o si más de una persona hubiesen escrito *Waverley*, o si una persona hubiese escrito *Waverley* pero Scott no lo hubiese escrito. Así expresada, es fácil ver que *Scott es el autor de* WAVERLEY no es una proposición elemental, aunque su expresión verbal pueda hacernos pensar, erróneamente, que es una proposición simple.

[8] Véase *Int. math. phil.*, capítulo XVI; *Principia mathematica*, vol. I, p. 30 ss., p. 67 ss., y parte 1ª (sección B); *Mind* (1905), pp. 479-83; *Mysticism and logic*, capítulo X; *The problems of philosophy*, capítulo V. En esta párrafos me interesa principalmente exponer la teoría russeliana de las descripciones, y me he alejado de su exposición sólo a fin de evitar ciertos errores en los que él ha caído. Estos errores (algunos de los cuales repetí en la primera edición de este libro) me han sido señalados, en todos los casos, por el profesor Moore.

(2) *El autor de* WAVERLEY *era escocés.* Esta proposición es equivalente a la afirmación conjunta de

(i) cuando menos una persona escribió *Waverley*,

(ii) cuando más una persona escribió *Waverley*,

(iii) no hay nadie que escribiera *Waverley* y al mismo tiempo no fuera escocés.

(3) *El autor de* WAVERLEY *existe.* Esta proposición es equivalente a la afirmación conjunta de

(i) cuando menos una persona escribió *Waverley*,

(ii) cuando más una persona escribió *Waverley*,

La proposición será falsa si nadie escribió *Waverley* o si más de una persona escribieron *Waverley*.

Una consideración de estas afirmaciones, que son, en cada caso, equivalentes a la proposición dada, pone de manifiesto claramente ciertos puntos importantes. Vemos en (1) que "el autor de *Waverley*" no es un *nombre*. Podemos considerar a "*Scott*" como un *nombre* que representa a un individuo;[9] entonces, Scott es el autor de *Waverley* afirma una identidad entre un objeto *nombrado* y un objeto *descrito;* no afirma una identidad entre dos *nombres* aplicables al mismo individuo.[10]

Mediante una comparación de (2) y (3) podemos ver que, al afirmar *El autor de* WAVERLEY *era escocés,* afirmamos que el autor de *Waverley* existe, puesto que las dos proposiciones en (3) son las mismas que (i) y (ii) en (2). Por lo tanto, a menos que el autor de *Waverley* exista, cualquier proposición que atribuya una propiedad a *el autor de* WAVERLEY será falsa. Vimos en el capítulo v que una proposición existencial afirma que cierta propiedad pertenece a algo. Ahora vemos que *El autor de* WAVERLEY *existe* afirma que la propiedad de *haber escrito* WAVERLEY pertenece a una sola cosa; *Scott es*

[9] A lo largo de este capítulo seguiré el procedimiento de Russell y supondré que los nombres propios ordinarios —por ejemplo, "Scott", "Marlowe"— son empleados demostrativamente, es decir, como nombres *lógicamente* propios. Se desprende de ello que una proposición en cuya expresión verbal ocurre "Scott" debe contener a *Scott* como un constituyente. Ambos supuestos parecen ser falsos. No usamos así los nombres propios ordinarios, pues éstos contienen un elemento descriptivo (véase p. 45) y hay buenas razones para suponer que *Scott* es una construcción lógica. Pero, en una exposición elemental, es conveniente seguir el procedimiento de Russell a fin de evitar salvedades que sólo confundirán al estudiante. Para un examen de estos supuestos y de las razones por las que deben ser rechazados, véase el Apéndice B.

[10] Véase más adelante, pp. 186-187.

el autor de WAVERLEY indica además esa una cosa a la que se dice pertenece esta propiedad; *El autor de* WAVERLEY *era escocés* afirma que la propiedad de *haber escrito* WAVERLEY pertenece a una sola cosa a la cual también pertenece la propiedad de *ser escocés.*

Si usamos el simbolismo explicado en el último capítulo podemos mostrar claramente cómo en estas afirmaciones están implicadas proposiciones generales.

(1) *Scott es el autor de* WAVERLEY.

Usando "Φ" por "escribió Waverley", obtenemos

$$(\exists c):\Phi c : x \neq c . \supset_x . \sim \Phi x : c = \text{Scott}.$$

Esto puede leerse como "Hay un objeto *c* tal que *c* escribió *Waverley* y nadie más que *c* escribió *Waverley*, y *c* es Scott."

Esto también se podría expresar en la forma:

$$(\exists c):\Phi x . \equiv_x . x = c : c = \text{Scott}.$$

Esto podría leerse como "Hay un objeto *c* tal que Φx es siempre equivalente a '*x* es *c*' y *c*' y'*c* es Scott."

(2) *El autor de Waverley era escocés.*

Usando "Φ" como antes, y "f" por "era escocés", obtenemos:

$$(\exists c):\Phi c : x \neq c . \supset_x . \sim \Phi x : fc.$$

Esto puede leerse como "Hay un objeto *c* tal que *c* escribió *Waverley* y nadie más que *c* escribió *Waverley*, y *c* era escocés".

La expresión alternativa es:

$$(\exists c):\Phi x . \equiv_x . x = c : fc,$$

que puede leerse como "Hay un objeto *c* tal que Φx siempre es equivalente a *x* es *c* y *fc*, o "Hay un objeto *c* tal que '*x* tiene la propiedad Φ es siempre equivalente a '*x* es *c*' y '*c* tiene la propiedad *f*'."

(3) *El autor de Waverley existe.*

Usando "Φ" como antes, obtenemos:

$$(\exists c):\Phi c : x \neq c . \supset_x . \sim \Phi x.$$

La expresión alternativa es:

$$(\exists c):\Phi x . \equiv_x . x = c.$$

Una proposición que aparentemente versa acerca de *el autor de*

Waverley es una proposición que aparentemente versa acerca de *el término* que satisface la función proposicional "x escribió *Waverley*". Vimos en el último capítulo que "*el* término que satisface a Φx" puede ser representado por (ιx) (Φx). Ahora vemos que cualquier proposición que aparentemente trate acerca de (ιx) (Φx) requiere *al mismo tiempo* (i) que *cuando menos* un objeto satisfaga a Φx, y (ii) que *cuando más* un objeto satisfaga a Φx. Es decir, requiere al mismo tiempo

$$\text{(i)} \ (\exists c) \cdot \Phi x \ \text{ y } \ \text{(ii)} \Phi x \cdot \Phi y \cdot \supset_{x,\,y} . x = y.$$

Éstas son conjuntamente equivalentes a $(\exists c) : \Phi x \cdot \equiv_x \cdot x = c$, que es la equivalente definida de El (ιx) (Φx), o sea, "el término que satisface a Φx existe". Esto significa que la propiedad Φ pertenece a una cosa y sólo a una cosa. La afirmación de que la una y única cosa a la que pertenece Φ también tiene otra propiedad (por ejemplo, *ser escocés*) puede ser simbolizada por "$f[(\iota x)\ (\Phi x)]$". Consecuentemente, la proposición El (ιx) (Φx) versa directamente sobre la propiedad Φ; no versa directamente sobre el objeto que tiene Φ; será significativa, aunque falsa, si no hay ningún objeto que tenga Φ. De manera similar, "$f[(\iota x)\ (\Phi x)]$" versa directamente sobre la propiedad f. Vemos, entonces, que ni *El autor de* WAVERLEY *existe*, ni *Scott es el autor de* WAVERLEY, ni *El autor de* WAVERLEY *es escocés* versan directamente sobre el individuo *Scott* que en realidad escribió *Waverley*; versan directamente sobre la propiedad que Scott tiene en realidad. Estas proposiciones se parecen, pues, a las proposiciones generales en que versan directamente sobre *propiedades* y no directamente sobre los objetos (si alguno hay) que poseen esas propiedades. Son, así, fundamentalmente diferentes de la proposición simple *Scott es cojo*, que versa directamente sobre *Scott*. Así, *Scott es cojo* no podría ni siquiera ser afirmada a menos que "Scott" nombrara a un objeto; en otras palabras, *Scott* es un constituyente de la proposición *Scott es cojo*, [11] que es una proposición de la forma Φa, donde a representa a un individuo dado; mientras que ninguna de las tres proposiciones contrastadas contiene individuo o particular alguno como constituyente.

Es la similitud gramatical de las expresiones lingüísticas de estas proposiciones lo que nos lleva, erróneamente, a suponer que "el autor de *Waverley*" se parece a "Scott" en que es un nombre. En consecuencia, "el autor de *Waverley*" debe ser considerada como una expresión lógicamente impropia. Debido a esta impropiedad lógica, es conveniente transformar cualquier oración en la que ocurra "el autor

[11] Al decir aquí que Scott es un *constituyente* de la proposición *Scott es cojo*, estamos diciendo que "Scott" nombra a un particular o a un individuo. En el siguiente párrafo examinaremos la manera en que Russell ha usado "es un constituyente de una proposición".

de *Waverley*" en otra oración en la que no ocurra, pero que exprese la misma afirmación.

Hasta aquí hemos considerado proposiciones al efecto de que la propiedad Φ pertenece a una sola cosa. Ahora debemos considerar proposiciones en las que no hay esta limitación. Rara vez deseamos afirmar que *todo tiene* Φ, lo cual sería una proposición de la forma "$(x).\Phi x$". Una posible ilustración sería "Todo es mental" o "Nada es material". Más frecuentemente deseamos afirmar que *todo lo que tiene* Φ, *tiene* Ψ, lo cual sería una proposición de la forma "$(x).\Phi x \supset \Psi x$", es decir, una proposición A. Algunas veces deseamos afirmar que *algo tiene* Φ, o que *algo que tiene* Φ, *tiene* Ψ. Ahora debemos examinar más ampliamente las proposiciones como éstas.

Considérese la proposición *Un poeta fue apuñalado*. Esta proposición sería verdadera si Marlowe hubiese sido apuñalado, o si Dante hubiese sido apuñalado, o si un poeta *especificable* cualquiera hubiese sido apuñalado. Pero no *afirma* que Marlowe fuera apuñalado, ni tampoco que Dante lo fuera. La afirmación versa directamente sobre la propiedad de *ser apuñalado* y es una afirmación al efecto de que esta propiedad pertenece a algún individuo no especificado que también tiene la propiedad de haber compuesto poemas. Si Φ representa la propiedad de *haber compuesto poemas*, y Ψ la propiedad de *ser apuñalado*, entonces *Un poeta fue apuñalado* puede ser expresada por "La propiedad Φ y la propiedad Ψ pertenecen ambas a algo"; también podría ser expresada por "La afirmación conjunta de Φx y Ψx es algunas veces verdadera". Éstas son equivalentes a una proposición de la forma $(\exists x).\Phi x.\Psi x$. [12]

La afirmación de que las propiedades Φ y Ψ pertenecen ambas a algo será falsa si nada tiene Φ, o si algo tiene Φ pero nada que tenga Φ tiene Ψ. Por lo tanto, *Un poeta fue apuñalado* implica que *un poeta existe*. Al afirmar $(\exists x).\Phi x.\Psi x$, estamos afirmando $(\exists x).\Phi x$, es decir, que Φ pertenece a algo. Ninguna de estas proposiciones contiene un particular como constituyente. Así podemos ver que *Un unicornio existe* es significativa, aunque falsa. De manera similar, *Yo vi un unicornio* es significativa, pero, puesto que no hay unicornios, es falsa. *Yo vi un unicornio* podría ser expresada por "*Yo vi x*"."*x es un unicornio*" *es algunas veces verdadera*. Si no hay ningún valor de *x* que hiciera verdadera a "*x* es un unicornio', entonces, claramente, *Yo vi un unicornio* es falsa. Todas estas proposiciones son fundamentalmente diferentes, en forma, de una proposición simple, por ejemplo: *Marlowe fue apuñalado*, puesto que ninguna de ellas contiene un constituyente que sea un particular del cual pudiéramos tener un conocimiento directo. Es por esta razón que podríamos preguntar, significativamente, si cualesquiera objetos que tengan la propiedad dada existen, y podríamos afirmar significativamente la proposición en cuestión aun cuando no hubiera tales objetos. Pero no es significativo

[12] Véase *Int. math. phil.*, pp. 171-2.

preguntar si *Marlowe* existe, si es que "Marlowe" indica demostrativamente un particular.[13] Existe así una estrecha semejanza entre proposiciones como *El autor de Waverley era escocés* y *Un poeta fue apuñalado*.

Russell llama "descripción definida" a una expresión como "el autor de Waverley". Dice: "una descripción definida es una frase de la forma 'el tal o cual' (en singular)".[14] Esto, sin embargo, es un error. El que "el tal o cual" sea o no una descripción definida depende de cómo se esté usando la frase. Vimos en el capítulo v que "La ballena es un mamífero" expresa una proposición universal que se podría expresar equivalentemente por "Todas las ballenas son mamíferos". Por lo tanto, en este uso, "la ballena" no es una descripción definida. Lo que importa en una descripción definida es que es una expresión que contiene una frase descriptiva, y esta frase descriptiva se usa de tal suerte que podría describir *sólo una cosa,* si alguna describe. Muy frecuentemente usamos frases de la forma "el tal o cual" de tal manera que la frase que contiene la descripción podría describir sólo una cosa. Russell dice también que una frase de la forma "un tal o cual" es una *descripción indefinida.* Pero, al decir descripción indefinida, Russell claramente significa una expresión que contiene una frase descriptiva usada de tal modo que exprese una afirmación al efecto de que cierta propiedad pertenece *cuando menos a una* cosa. Es decir, en "Yo vi un unicornio", 'un unicornio' es una descripción indefinida; en "Un poeta fue apuñalado", 'un poeta' es una descripción indefinida. Pero "un tal o cual" usado en el principio de una expresión, se usa algunas veces ambiguamente; puede usarse como una descripción indefinida, pero frecuentemente no se usa así. Por ejemplo, "Una iglesia gótica ha sido construida en la Avenida Amsterdam, de Nueva York" se entendería probablemente como significativa de que *sólo* una iglesia así se ha construido en ese lugar; pero tal expresión podría usarse para significar que *cuando menos una* iglesia ha sido construida allí. Por lo tanto, no puede suponerse que todas las expresiones que empiezan con "un tal o cual" expresan proposiciones de la misma forma.[15]

Ahora tenemos que considerar dos maneras diferentes en que pueden ocurrir las descripciones definidas. Vimos que si *el tal o cual* tiene cualquier propiedad, entonces *el tal o cual* debe existir. Pero *el tal o cual* puede existir y sin embargo no tener una propiedad dada. Puesto que afirmar que *el tal o cual* no tiene una propiedad dada implica que *el tal o cual* existe, debemos distinguir cuidadosamente entre negar que *el tal o cual existe* y afirmar que *el tal o cual* existe y negar al mismo tiempo que *el tal o cual* tenga una propiedad dada. Por ejemplo, *El rey de Utopía es bondadoso* implica que hay un rey

[13] Véase p. 45 del presente libro.
[14] *Inth. math. phil.*, p. 172, y *The monist,* 1919, p. 209.
[15] Véase capítulo v, § 5.

de Utopía; *El rey de Utopía no es bondadoso* también implica que hay un rey de Utopía, pero niega que sea bondadoso. Usando "Φ" para representar la propiedad de *ser el rey de Utopía*, y "*f*" para representar la propiedad de *ser bondadoso*, podemos expresar *El rey de Utopía es bondadoso* mediante

(i) $(\exists c):\Phi x. \equiv_x .x=c:fc,$

y *El rey de Utopía no es bondadoso* mediante

(ii) $(\exists c):\Phi x. \equiv_x .x=c:\sim fc.$

Si deseamos, empero, sobre la base de que no existe el rey de Utopía, negar que éste sea bondadoso, podemos expresar la negación mediante

(iii) $\sim[(\exists c):\Phi x. \equiv_x .x=c:fc].$

Aquí los corchetes exteriores muestran que la negación es aplicable a la totalidad de lo que está contenido dentro de ellos. Claramente se niega que haya un rey de Utopía, puesto que $\sim[\exists!\ (\iota x)\ (\Phi x)]$ significa lo mismo que $\sim[(\exists c.):\Phi x. \equiv_x .x=c]$. Cuando "$(\iota x)\ (\Phi x)$" ocurre como ocurre en "$E!(\iota x)\ (\Phi x)$" o en $[f(\iota x)\ (\Phi x)]$, se dice que "$(\iota x)\ (\Phi x)$" tiene ocurrencia primaria; cuando "$(\iota x)\ (\Phi x)$" ocurre como ocurre en $\sim[E!(\iota x)\ (\Phi x)]$ o en $\sim[f(\iota x)\ (\Phi x)]$, se dice que "$(\iota x)\ (\Phi x)$" tiene ocurrencia secundaria. [16] Es claro que todas las proposiciones en que "El rey de Utopía" tiene ocurrencia primaria son falsas, puesto que no hay ningún rey de Utopía. Las negaciones de estas proposiciones son verdaderas, pero en ellas "El rey de Utopía" tiene ocurrencia secundaria.

Este examen de las proposiciones en cuya expresión verbal ocurren descripciones definidas o indefinidas debe permitirnos ver cómo tales proposiciones pueden ser afirmadas *significativamente*, aun cuando no haya ningún objeto que sea descrito. Su análisis muestra que en ningún caso la descripción nombra un constituyente de la proposición que conozcamos directamente, y en la forma analizada de la expresión la descripción desaparece. Por lo tanto, podemos afirmar que los hombres de la luna son verdes aunque no haya hombres en la luna; podemos afirmar que el cuadrado circular no existe sin tener que suponer primero que hay un *objeto* que es a la vez cuadrado y circular, y después negar que haya tal objeto. El análisis de las proposiciones en cuya expresión verbal ocurren descripciones es precisamente el mismo, no importa que estas descripciones en realidad describan o no un objeto.

En el capítulo III distinguimos dos maneras en que podemos conocer las cosas, a saber, (i) teniendo un conocimiento directo de la cosa, (ii) conociéndola a través de sus características. Obviamente,

[16] Véase *Principia mathematica*, pp. 68-9; y *cf. Mind*, 1905, pp. 489-90.

el análisis de (ii) está íntimamente relacionado con el análisis de las descripciones. Russell llama a (ii) "conocimiento por descripción". Dice:

> "Diré que un objeto es 'conocido por descripción' cuando sabemos que es '*el* tal o cual', es decir, cuando sabemos que hay un objeto, y no más, que tiene cierta propiedad; y generalmente se implicará que no tenemos conocimiento del mismo objeto por conocimiento directo. Sabemos que el hombre con la máscara de hierro existió y se conocen muchas proposiciones acerca de él; pero no sabemos quién era... Diremos que tenemos un 'conocimiento meramente descriptivo' del tal o cual cuando, aunque sepamos que el tal o cual existe, y aunque posiblemente podamos tener un conocimiento directo del objeto que es, en realidad, el tal o cual, no conozcamos sin embargo ninguna proposición '*a* es el tal o cual', donde *a* es algo de lo cual tenemos conocimiento directo." [17]

Aquí Russell sugiere que debe distinguirse entre el *conocimiento por descripción* y el *conocimiento por descripción solamente*; el primero no excluye el conocimiento directo del *objeto* descrito. Si usamos "S" para representar al sujeto conocedor y "A" para representar al objeto descrito, podemos definir estas dos formas de conocimiento de la siguiente manera:

(1) "*S conoce a* A *por descripción*" significa "Hay alguna propiedad Φ de la cual es verdadero (i) que Φ pertenece a A, y (ii) que S sabe, respecto de Φ, que Φ pertenece a una cosa y sólo a una cosa".

(2) "*S conoce a* A *por descripción solamente*" significa "Hay alguna propiedad Φ de la cual es verdadero (i) que Φ pertenece a A, y (ii) que S sabe, respecto de Φ, que Φ pertenece a una sola cosa, y (iii) S no tiene un conocimiento directo de A".

Es claro que *podemos* conocer a A por descripción si, y sólo si, sabemos, respecto de alguna propiedad que en realidad pertenece a A, que pertenece a una sola cosa. Por lo tanto, no *conocemos* al hombre de la Luna por descripción, porque, aun si hubiese un hombre y sólo un hombre en la Luna, no sabemos, respecto de ninguna propiedad que en realidad pertenezca a él, que tal propiedad pertenece a una sola cosa. Podemos afirmar proposiciones en cuya expresión verbal ocurra "el hombre de la Luna", pero, a menos que en realidad haya un hombre y sólo un hombre en la Luna, todas esas proposiciones, si la ocurrencia de "el hombre de la Luna" en su expresión verbal no es secundaria, serán falsas. [18]

Debe observarse que conocer a A por descripción no es equivalente a conocer un hecho en el que A sea un constituyente.

[17] *Mysticism and logic,* pp. 214-15.

[18] Debo la reenunciación de este párrafo al profesor Moore.

§ 3. *La teoría de Russell de los símbolos incompletos*

Hemos visto que las oraciones que contienen descripciones definidas o indefinidas son expresiones lógicamente impropias. Cuando una proposición cuya expresión verbal contiene una descripción definida o indefinida es analizada a fin de determinar qué afirma exactamente la proposición dada, encontramos que en la expresión que muestra el análisis no ocurre ninguna descripción. Es sin duda por esta razón que Russell llama "símbolos incompletos" a tales símbolos como las descripciones. Russell usa también las frases "ficciones lógicas" y "construcciones lógicas", y algunas veces habla como si estas tres frases fueran sinónimas. Hay, indudablemente, cierta oscuridad en la explicación que da Russell de los símbolos incompletos y de las construcciones lógicas; sin embargo, su teoría de los símbolos incompletos tiene gran importancia. Vale la pena hacer el intento de ver qué quiere decir Russell.

El origen de la distinción entre los símbolos incompletos y los que no son incompletos se encuentra claramente en la distinción, establecida por primera vez por Russell, entre *conocimiento directo* y *conocimiento por descripción*. Es claro que la manera en que se usa un símbolo demostrativo es diferente de la manera en que se usa un símbolo descriptivo. El referendo de un símbolo demostrativo es el objeto directamente presentado que el símbolo demostrativo indica. Así, pues, un símbolo no puede ser demostrativo a menos que el hablante que usa el símbolo tenga un conocimiento directo de su denotación. Pero una frase descriptiva puede ser usada para referirse a lo que no es presentado, y una descripción no sólo contiene una frase descriptiva, sino que es de tal índole que lo que ella describe (si algo describe) no *podría* ser directamente presentado. Un objeto no puede, por ejemplo, ser directamente presentado como *el uno y único objeto* de cierta especie. Por lo tanto, cuando decimos que "Scott" (considerado como un símbolo demostrativo) *significa* el hombre *Scott* verdadero, y que "el autor de *Waverley*" significa "un hombre y sólo un hombre escribió *Waverley*", resulta claro que estamos usando "significa" en dos sentidos diferentes. Fue en sus esfuerzos para aclarar cuál es precisamente esta diferencia, que Russell se vio llevado por primera vez a distinguir el conocimiento directo del conocimiento por descripción, y como resultado llegó a su teoría de los símbolos incompletos. En su examen detallado de las descripciones y los símbolos incompletos en *Principia mathematica*, Russell no se refiere a esta distinción, puesto que allí su interés no radicaba en las maneras de conocer, pero tal referencia podría haber hecho más clara su explicación. Es conveniente transcribir todo el planteo:

"Por un símbolo "incompleto", significamos un símbolo al cual no se le atribuye ningún significado estando aislado, sino que es definido únicamente en determinados contextos. En las matemáticas ordinarias, por ejemplo

$\frac{d}{dx}$ y $\int_b^a$ son símbolos incompletos: algo debe ser suministrado antes de que tengamos algo significativo. Tales símbolos tienen lo que podría llamarse una 'definición en el uso'... Esto distingue tales símbolos de lo que (en un sentido generalizado) podemos llamar *nombres propios*: 'Sócrates', por ejemplo, representa a cierto hombre y tiene por lo tanto un significado en sí mismo, sin necesidad de ningún contexto. Si suministramos un contexto, como 'Sócrates, es mortal', estas palabras expresan un hecho del cual el propio Sócrates es un constituyente: hay cierto objeto, a saber, Sócrates, que tiene la propiedad de la mortalidad y este objeto es un constituyente del hecho complejo que afirmamos cuando decimos 'Sócrates es mortal'. Pero, en otros casos, este análisis simple nos falla. Supóngase que decimos: 'El cuadrado circular no existe'. Parece evidente que ésta es una proposición verdadera, y sin embargo no podemos considerarla como una negación de la existencia de cierto objeto llamado 'el cuadrado circular'. Pues si hubiera tal objeto, existiría: no podemos suponer primero que hay cierto objeto y proceder después a negar que haya tal objeto. Siempre que pueda suponerse que el sujeto gramatical de una proposición no existe, resulta claro que el sujeto gramatical no es un nombre propio, es decir, no es un nombre que representa directamente algún objeto. Así, pues, en todos esos casos, la proposición debe ser susceptible de ser analizada de tal modo que lo que fuera el sujeto gramatical haya desaparecido. Así, cuando decimos que 'el cuadrado circular no existe', podemos, como un primer intento de tal análisis, sustituir 'es falso que haya un objeto *x* que sea circular y cuadrado al mismo tiempo'. Generalmente, cuando se dice que 'el tal o cual' no existe, tenemos una proposición de la forma

$$\text{'}{\sim}E!\ (\iota x)\ (\Phi x)\text{'},$$

$$\text{es decir, } \sim \{ (\exists c) : \Phi x . \equiv_x . x = c . \} ,$$

o algún equivalente. Aquí el sujeto gramatical aparente (ιx) (Φx) ha desaparecido completamente; de tal suerte, en '$\sim E!$ (ιx) (Φx)', (ιx) (Φx) es un símbolo incompleto".[19]

A fin de comprender este planteamiento, necesitamos saber qué significa "el sujeto gramatical", la "desaparición" del sujeto gramatical y "el constituyente de una proposición". Sólo las *oraciones* pueden tener sujetos gramaticales;[20] aquí podemos dar por sentado que nos es posible determinar el sujeto gramatical de cualquier oración dada. Lo importante es distinguir el sujeto *gramatical* de una oración del sujeto *lógico* de la proposición expresada por la oración. En la oración "Sócrates es mortal" (en el supuesto, establecido aquí por Russell,

[19] *Principia mathematica*, Introducción, capítulo III, p. 66.
[20] Véase p. 53, del presente libro.

de que "Sócrates" es un nombre lógicamente propio), el sujeto gramatical "Sócrates" representa directamente un *particular* que es un constituyente de la proposición expresada; "mortal" representa directamente el atributo predicado de *Sócrates,* que es un *universal.*[21] El sujeto gramatical representa aquí al sujeto lógico. Pero en "El autor de *Waverley* era escocés", "el autor de Waverley" no representa un sujeto lógico; parece representar un sujeto lógico del cual se predica algo (a saber, *ser escocés*), pero en realidad *haber escrito Waverley* es predicado acerca de *escocés.* Así, pues, puede decirse que esta proposición trata *acerca* de escocés. Pero ya hemos visto que "acerca de" se usa en dos sentidos diferentes.[22] Éstos son: (1) el sentido en el que decir "Estoy afirmando una *proposición acerca de* A" significa "Estoy afirmando una proposición en la que A es un constituyente"; (2) el sentido en el que decir "Estoy afirmando *algo acerca de* A" significa "Estoy predicando algo de A". En el segundo caso, A es el sujeto lógico de la predicación.[23] El primer sentido de "acerca de" no se puede definir. Sólo podemos decir que los constituyentes de una proposición *componen* la proposición, de modo que si A es un constituyente de la proposición *p,* entonces A no puede "desaparecer" y *p* permanecer. Es en el primer sentido de "acerca de" que *El autor de Waverley es escocés* versa *acerca de* escocés; no versa, en ninguno de los dos sentidos de "acerca de", acerca de *El autor de Waverley.*

Russell usa "constituyente" en tal sentido que un objeto dado A no puede considerarse como un constituyente de una proposición dada *p,* a menos que fuera lógicamente imposible que *p* fuese afirmada o creída o considerada del todo, si no hubiese un objeto como A.[24] Es en este sentido que *Sócrates* (según el supuesto de Russell, de que "Sócrates" es un nombre propio) es un constituyente de *Sócrates es mortal.* El hecho de que "Sócrates" es un nombre propio *ordinario* —que difícilmente podemos olvidar— hace que esta exposición sea difícil de seguir. Lo más que podemos hacer es poner énfasis en la expresión russelliana "representa directamente", que significa "indica demostrativamente". Es claro que, si no hay tal objeto como A, entonces A no *podría* ser indicado demostrativamente.

Desde este punto de vista podemos ver por qué Russell atribuye tanta importancia a la desaparición de "el sujeto gramatical". La expresión "$\sim E!(\iota x)\ (\Phi x)$" expresa la *misma* proposición que "$\sim \exists\ (\exists c) : \Phi x . \equiv_x . x = c \}$"; en la segunda expresión, sin embargo,

[21] Véase p. 72, del presente libro.
[22] Véase p. 54, del presente libro.
[23] Para determinar el sujeto lógico, en este sentido, es necesario saber el contexto dentro del cual se afirma la proposición. Como ha señalado Cook Wilson *El vidrio es elástico* puede afirmarse en respuesta a la pregunta: ¿qué es elástico?, o a la pregunta: ¿qué propiedad tiene el vidrio? En el primer caso, *vidrio,* en el segundo, *elástico,* son el sujeto lógico. (Véase *Statement and inference,* pp. 117-26 y *cf.* JOSEPH, *Introd.,* pp. 166-9.)
[24] Debo esta enunciación al profesor G. E. Moore.

"el sujeto gramatical $(\iota x)\ (\Phi x)$ ha desaparecido completamente". Lo que requiere énfasis, empero, no es esta desaparición, sino el hecho —que la segunda expresión *revela*, pero la primera *oculta*— de que la proposición no contiene un constituyente que *pudiera* ser representado directamente por "$(\iota x)\ (\Phi x)$"; por lo tanto "$(\iota x)\ (\Phi x)$" no es un nombre propio, de modo que es significativo decir "$\sim E!(\iota x)\ (\Phi x)$". Parece que Russell desea contrastar aquí un símbolo incompleto con un *nombre*, y es indudablemente por esta razón que toma el ejemplo "$\sim$El $(\iota x)\ (\Phi x)$". Pero inmediatamente dice: "Mediante una extensión del susodicho argumento puede mostrarse fácilmente $(\iota x)\ (\Phi x)$ es *siempre* un símbolo incompleto". Russell toma ahora como ejemplo "Scott es el autor de Waverley", donde "el autor de Waverley" es (ιx) (x escribió Waverley). Considera entonces "El autor de Waverley era un poeta", que podemos sustituir por "$f\{(\iota x)\ (\Phi x)\}$". Así, pues, Russell usa $(\iota x)\ (\Phi x)$ de dos maneras. Estos dos usos son:

(1) $E!\ (\iota x)\ (\Phi x)$.

(2) $f[(\iota x)\ (\Phi x)]$.

Russell evidentemente supone que lo que es verdadero de $(\iota x)\ (\Phi x)$ tal como ocurre en (1), también es verdadero de $(\iota x)\ (\Phi x)$ tal como ocurre en (2). Pero él hace afirmaciones acerca de $(\iota x)\ (\Phi x)$ que son verdaderas cuando $(\iota x)\ (\Phi x)$ ocurre tal como ocurre en (1), pero que no son verdaderas de $(\iota x)\ (\Phi x)$ tal como ocurre en (2). Dos de estas afirmaciones son: (i) que un símbolo incompleto "no tiene significado aisladamente" sino únicamente "una definición en el uso"; (ii) que en la afirmación analizada el símbolo incompleto desaparece. Pero la definición que Russell da de (1) es

$$E!\ (\iota x)\ (\Phi x)\ .=:(\exists c):\Phi x\cdot\equiv_x\cdot x=c\cdot \mathrm{Df}.$$

Aquí, tanto E! como $(\iota x)\ (\Phi x)$ han desaparecido en el análisis, de modo que, según la explicación de Russell, tanto E! como (ιx) (Φx), o el conjunto de símbolos $E!\ (\iota x)\ (\Phi x)$ son símbolos incompletos que tienen únicamente una definición en el uso. Juntos, significan lo que se da en la expresión del lado derecho. Pero la definición que da Russell de (2) es

$$f[(\iota x)\ (\Phi x)]\ .=:(\exists c):\Phi x\cdot\equiv_x\cdot x=c:fc\ Df.$$

Pero la primera parte de la expresión del lado derecho es el análisis de $E!\ (\iota x)\ (\Phi x)$; por lo tanto, no es verdadero en este caso que (ιx) (Φx) no tiene significado aisladamente. Ni tampoco ha desaparecido "f". En consecuencia, Russell no parece haber tenido claridad acerca de en qué sentido *exactamente* puede él afirmar que "$(\iota x)\ (\Phi x)$ es *siempre* un símbolo incompleto".

Es de suma importancia distinguir entre las dos maneras en que

(ιx) (Φx) puede ocurrir. El sentido importante del símbolo incompleto es el sentido en que (ιx) (Φx), tal como ocurre en E! (ιx) (Φx) es un símbolo incompleto, y necesitamos definir "símbolo incompleto" de tal manera que (ιx) (Φx), tal como ocurre en E! (ιx) (Φx) sea siempre un símbolo incompleto; pero no sea necesariamente un símbolo incompleto cuando ocurra como ocurre en $f(\iota x)$ (Φx). El profesor G. E. Moore ha sugerido la siguiente definición: [25]

> "S, en *este* uso, es un símbolo incompleto" = "S, en *este* uso, sí aparece en expresiones que expresan proposiciones, y, en el caso de todas y cada una de esas expresiones, S nunca representa ningún constituyente de la proposición expresada". *Df.*

El profesor Moore señala que lo que necesitamos definir es "S en *este* uso es un símbolo incompleto" y no "S es un símbolo incompleto", puesto que "S" podría ser un símbolo incompleto en un uso, pero en otro uso podría no ser incompleto. Así, pues, el que un símbolo sea incompleto o no depende de la manera en que el símbolo sea usado. Russell se equivoca al decir que "el autor de *Waverley*" (o, más generalmente, "el tal o cual", es decir, "(ιx) (Φx)") es *siempre* un símbolo incompleto. El profesor Moore ha señalado que si "S" es un símbolo incompleto que forma parte de una expresión que expresa una proposición, entonces el resto de la expresión, considerado como un todo, es un símbolo incompleto. [26] Así, pues, "(ιx) (Φx)", tal como se usa en "E! (ιx) (Φx)" será siempre un símbolo incompleto, pero tal como se usa en "$f[(\iota x)$ $(\Phi x)]$" no será un símbolo incompleto a menos que "f" sea también un símbolo incompleto.

Quizá podamos decir que "S", en un uso dado, es un símbolo incompleto cuando "S" ocurre en una expresión que expresa una proposición y "S" no es ni un nombre ni una frase descriptiva relativa a un particular que es un *constituyente* de la proposición a través de alguna propiedad perteneciente a un particular. En este sentido de símbolo incompleto, "(ιx) (Φx)" tal como ocurre en "E! (ιx) (Φx)" es *siempre* un símbolo incompleto; pero únicamente en el sentido de que "(ιx) (Φx)" nunca es un *nombre*, que siempre es un símbolo

[25] Esta definición está tomada de una carta que me escribió el profesor Moore. He utilizado esta carta en forma considerable en mi exposición. Lo que he dicho respecto de los símbolos incompletos y las construcciones lógicas se debe, en la medida en que es correcto, al profesor Moore. Nada en esta sección es original, excepto los errores. El profesor Moore me ha permitido, bondadosamente, hacer uso de su carta. Quizá no debería aventurarme a poner sus opiniones en letra impresa, puesto que no me es dable confiar en que las reproduzco con exactitud, pero no me es posible escribir sobre este asunto sin decir lo que creo haber aprendido de él. (Para una crítica de esta definición, véase J. WISDOM, en *Mind*, N. S., 158, p. 193.)

[26] Véase J. WISDOM, *loc. cit.* Wisdom utiliza apuntes de las conferencias de Moore, puesto que éste, lamentablemente, no ha publicado sus críticas y elaboraciones de la teoría de Russell.

incompleto tal como ocurre en "$f([\iota x)\ (\Phi x)]$". La explicación que da Russell de los símbolos incompletos sugiere que él simplemente se propuso distinguir los símbolos incompletos de los nombres, pero, como ha señalado el profesor Moore, esta explicación no encaja con la práctica de Russell; es en el sentido que el profesor Moore distingue, que la noción de un símbolo incompleto es necesaria a fin de definir qué significa una "construcción lógica".

El propio Russell ha señalado la importancia de distinguir entre *hablar acerca de* un símbolo y "usarlo *como* un símbolo, como un medio de hablar acerca de otra cosa". Y añade: "Normalmente, si hablamos acerca de nuestra cena, no estamos hablando acerca de la palabra 'cena', sino acerca de lo que vamos a comer, y eso es algo totalmente diferente. El uso ordinario de las palabras es como un medio de llegar a las cosas, y cuando usamos las palabras de esa manera, la afirmación "Scott es Sir Walter" es una pura tautología que se encuentra exactamente en el mismo nivel de "Scott es Scott". [27] Lo importante es que, al usar un símbolo *como* un nombre, el nombre no entra en lo que se afirma. Consecuentemente, Russell dice: "Si digo 'Scott es Sir Walter', usando estos dos nombres *como* nombres, ni 'Scott' ni 'Sir Walter' ocurre en lo que estoy afirmando, sino únicamente la persona que tiene estos nombres, y así lo que estoy afirmando es una pura tautología." [28]

Ahora bien, en las afirmaciones concernientes a las construcciones lógicas, estamos diciendo algo acerca de la manera en que una expresión es *usada* para referirse a lo que ella expresa, pero no estamos *primordialmente* diciendo algo acerca de los *símbolos*, sino acerca de *aquello a lo que los símbolos se refieren*. Así, pues, si X es aquello a lo que se hace referencia y "S" es la expresión simbólica usada para referirse a X, entonces podemos decir que X es una construcción lógica y "S" es un símbolo incompleto. Por ejemplo, la afirmación *Las mesas son construcciones lógicas* versa primordialmente acerca de las *mesas*, pero lo que la afirmación dice acerca de las *mesas* es que en *cualquier* expresión de la que se diría comúnmente que expresa una proposición *acerca de las mesas*, el símbolo "mesas" debe ser usado de tal modo que "mesas" sea un símbolo incompleto. Se desprende de ello, como señala el profesor Moore, que los símbolos que constituyen el resto de la expresión en que ocurre "mesas" deben ser también incompletos. Por lo tanto, la expresión entera puede ser transformada en otra expresión equivalente a la original, pero que no contenga sin embargo la palabra "mesas" ni ninguna otra palabra que ocurra en la expresión original y sea usada en el *mismo* sentido. [29]

Si pudiéramos encontrar una oración que expresara una proposición y fuera usada de tal modo que cada símbolo en la oración indicara demostrativamente un constituyente del hecho al que se refiere la

[27] *The monist,* 1919, p. 213.
[28] *Ibidem.*
[29] Para un examen de este punto, véase J. WISDOM, *loc. cit.*, pp. 188-94.

oración, y si, además, la forma sintáctica de la oración mostrara la forma de este hecho, entonces podríamos decir que tal oración *describe* el hecho al cual se refiere. Tal oración podría ser llamada una "oración pictórica". [30] No podemos usar las oraciones de esa manera, tanto porque nuestros lenguajes no están adaptados a describir, cuanto porque usualmente no sabemos cuáles son precisamente los constituyentes de los hechos a los que nos referimos. Pero la noción de una oración pictórica nos ayuda a dar una definición breve de lo que se quiere significar cuando se habla de "una construcción lógica". La definición es la siguiente: "Cualquier X es una construcción lógica" significa "El símbolo 'S' ocurre en expresiones que expresan proposiciones de las que se diría comúnmente que tratan *acerca de* X, y en el caso de cada expresión de ese tipo, 'S' es usada de tal modo que 'S' es un símbolo incompleto; y si la expresión en la que 'S' es usada así fuera transformada en un conjunto de oraciones pictóricas equivalentes conjuntamente a la expresión original, entonces 'S' no ocurriría en ninguna de esas oraciones pictóricas, así como tampoco ningún símbolo en ellas representaría a X."

Russell, quien señaló que las *clases* son construcciones lógicas, desafortunadamente ha dicho que las clases son símbolos incompletos. Su afirmación es sumamente confusa. Dice él: "Debemos buscar una definición [de clase] de tipo similar a la definición de las descripciones, es decir, una definición que asigne un significado a las proposiciones en cuya expresión verbal o simbólica ocurren palabras o símbolos que aparentemente representan clases, pero que asigne un significado que elimine completamente toda mención de las clases a partir de un análisis correcto de tales proposiciones. Entonces podremos decir que los símbolos para las clases son meras conveniencias, que no representan 'objetos' llamados 'clases'; y que las clases son, en realidad, como las descripciones, ficciones lógicas o (como decimos) 'símbolos incompletos'." [31] Russell no puede significar que las *clases* son símbolos incompletos, sino que a las clases se hace referencia únicamente por medio de expresiones que contienen símbolos incompletos, y de tal suerte las clases son construcciones lógicas. La frase de Russell, "ficciones lógicas", puede considerarse como un sinónimo desafortunado de "construcciones lógicas". No hay nada *ficticio* en una construcción lógica. Decir que las *mesas* son construcciones lógicas no es decir que las mesas son ficticias, o imaginarias o de algún modo irreales. Es, como hemos visto, decir algo acerca de la manera en que debemos usar la palabra "mesas" en cualquier expresión que exprese una proposición acerca de las *mesas*.

No cabe duda de que hay diferentes *tipos* de construcciones lógi-

[30] Yo utilicé esta frase en una monografía sobre "Logical constructions and knowledge through descriptions" (publicada en *Proceedings of the VIIth International Congress of Philosophy*, 1930). Esta frase está tomada de Wittgenstein, pero es dudoso que yo la use como él la usaría.

[31] *Int. math. phil.*, pp. 181-2.

cas, y, así, diferentes *tipos* de símbolos incompletos. Pero el problema de la distinción entre estos diferentes tipos es difícil y no podemos examinarlo aquí. [32]

§ 4. *La ambigüedad sistemática de "existe"*

Ya hemos tenido oportunidad de observar ciertas dificultades que se derivan principalmente del hecho de que nuestras expresiones ordinarias son lógicamente impropias en un alto grado. [33] La teoría russelliana de las descripciones no sólo nos muestra cómo estas expresiones ordinarias nos conducen a sostener concepciones erróneas; también muestra precisamente *cómo* es que estas concepciones *podrían* ser falsas. Una vez que hemos reconocido que podemos usar significativamente descripciones que *nada* describen, porque estas descripciones no se refieren a ningún particular que sea un constituyente de la proposición expresada, no tenemos por qué dejar de ver el error en la concepción de Mill de que una proposición significativa implica "la existencia real del sujeto, porque en el caso de un sujeto no-existente la proposición no tiene nada que afirmar". [34] Mill da como ejemplo, *El fantasma de una persona asesinada ronda el lecho del asesino*. Su concepción parece ser la de que la afirmación de esta proposición implica una *creencia* en los fantasmas, y, ciertamente, nadie que no creyera en los fantasmas podría considerarla *verdadera,* pues la proposición no podría ser *verdadera* a menos que los fantasmas *existieran,* no importa lo que crean los hombres. El examen de Mill es confuso debido a que él vio ciertas dificultades pero no supo cómo tratarlas. No alcanzó a comprender que la proposición trata directamente acerca de las propiedades connotadas por "fantasma", y no directamente acerca del objeto, si alguno hay, que tiene esas propiedades, ni acerca de las "ideas" o "creencias" del hablante que afirma la proposición. Nuestros exámenes anteriores deben de haber aclarado este punto.

Con todo, es posible que quede cierta dificultad por lo que toca a cómo es que podemos *pensar en* aquello que no es en ningún sentido. Es esta dificultad la que ha tentado a muchos filósofos a sostener que hay "diferentes modos de ser", de suerte que los *hombres* existen, o tienen ser, en un sentido, y los *fantasmas* tienen ser en *otro* sentido, para el cual se usa algunas veces la palabra "subsistir". Russell, que nos ha mostrado ya cómo evitar estas dificultades, mantuvo en alguna ocasión que "sea lo que fuera A, ciertamente es". [35]

[32] Véase el Apéndice B.

[33] Véase capítulo v, § 5.

[34] *Logic,* libro I, capítulo VI, § 2, y *cf.* capítulo VIII, § 5. Para Mill, "proposición significativa" significa una proposición que no versa acerca del *significado de las palabras.*

[35] *Principles of mathematics,* p. 449.

El que todo aquello en lo que se puede pensar, debe *en algún sentido ser*, parece plausible a primera vista. El profesor Moore ha formulado un posible argumento en favor de esta concepción, a fin, parece, de poner de manifiesto claramente los errores que entraña. Moore sugiere que se podría argumentar:

> "Una cosa no puede tener una propiedad a menos que esté ahí para tenerla, y, puesto que los unicornios... *sí* tienen la propiedad de que se piense en ellos, ciertamente debe de haber tales cosas. Cuando pienso en un unicornio, no se puede decir, ciertamente, que estoy pensando en nada; si fuera nada, entonces, cuando pienso en un hipogrifo, también debería estar pensando en nada y no habría diferencia entre pensar en un hipogrifo y pensar en un unicornio. Pero ciertamente hay una diferencia; ¿y cuál puede ser la diferencia, sino que en un caso aquello en lo que pienso es un unicornio y en el otro caso un hipogrifo? Y si el unicornio es aquello en lo que estoy pensando, entonces ciertamente debe de *haber* un unicornio, pese al hecho de que los unicornios son irreales. En otras palabras, aunque en un sentido de la palabra ciertamente no *hay* unicornios —el sentido, a saber, en que la afirmación de que los hay sería equivalente a la afirmación de que los unicornios son reales—, empero debe de haber algún otro sentido en el que *hay* tales cosas, puesto que, si no las hubiera, no podríamos pensar en ellas." [36]

Este pasaje enuncia claramente la concepción de que *debe* de haber *algún* sentido de "hay" en el que sería verdadero decir "Hay unicornios", y *otro* sentido en el que sería verdadero decir "No hay unicornios". La segunda afirmación es equivalente a "Los unicornios son irreales", de modo que este otro sentido de "son" tendría que ser tal que pudiéramos decir que *ser irreal* (o *ser real*) es una propiedad que podría pertenecer a algo de la misma manera en que *ser amarillo* puede pertenecer a algo. Ya hemos visto que éste no es el caso. Como señala el profesor Moore, "irreal" no representa absolutamente ninguna concepción. Usamos la *expresión* "son irreales" para expresar la *negación de existencia,* no para afirmar un *modo especial de existencia.* De manera análoga, usamos la expresión "son reales" para afirmar una *afirmación de existencia.* Dentro de un momento nos ocuparemos en esta afirmación de existencia. Primero debemos considerar qué implica nuestro *pensar en* los unicornios.

El profesor Moore contrasta tres pares de proposiciones, a saber: (*a*) Se piensa en los unicornios; Los leones se cazan; (*b*) Estoy pensando en un unicornio; Estoy cazando un león; (*c*) Los unicornios son objetos del pensamiento; Los leones son objetos de la caza. La segunda proposición en cada par no podría ser verdadera a menos que *hubiera* leones; pero "es bastante obvio para el sentido común", plantea el profesor Moore, "que la misma cosa no es verdadera por lo que se refiere a la *primera* proposición en cada par, pese al hecho de que la expresión gramatical de ambas no muestra trazas de la di-

[36] *Philosophical studies,* p. 215.

ferencia".[37] Ya hemos visto que una proposición como *Los leones se cazan* significa que la propiedad de *ser un león y ser cazado* pertenecen ambas a algo. Pero la primera proposición en cada uno de los tres pares no puede ser analizada de manera similar. El segundo conjunto no podría ser verdadero a menos que hubiese leones; el primer conjunto bien puede ser verdadero aunque no haya unicornios. *Estoy pensando en un unicornio* afirma que la propiedad de *ser un unicornio* está presente para la mente de alguien, no en el sentido de que alguien esté *concibiendo la propiedad* de *ser un unicornio,* sino en el sentido de que el complejo de propiedades connotado por "unicornio" está presente para la mente. No cabe duda de que las propiedades pueden estar presentes para la mente de una manera análoga a, pero diferente en muchos aspectos de, la manera en que un objeto individual puede estar presente para la mente. Pero las propiedades no son objetos individuales, y se puede pensar en ellas aun cuando no haya objetos que posean esas propiedades.

Esta distinción entre la manera en que las *propiedades* y la manera en que los *individuos* pueden ser presentados, nos retrotrae al problema de qué es lo que está implicado en la afirmación de existencia. Por lo que toca a un individuo que es presentado y que puede ser *nombrado,* o indicado demostrativamente, la afirmación de que él existe *carece de significado,* e igualmente carece de significado afirmar que *él* no existe, si emplea "existir" en el sentido en que es significativo decir "los leones existen" o "los fantasmas existen". Pues "Los leones existen" *significa* "la propiedad de *ser un león* pertenece a algo", pero no podemos decir significativamente, acerca de *un objeto individual* o de un *particular,* que este *objeto individual pertenece* a algo. Los *individuos* no *pertenecen* en este sentido fundamental de *pertenecer a* que está implicado en el análisis de las proposiciones generales. Sólo las propiedades *pertenecen* a algo. Russell plantea este punto diciendo que "es en relación con las funciones proposicionales que se puede afirmar o negar la existencia";[38] él dice que "los leones existen" *significa* " 'x es un león' es algunas veces verdadera", y hemos visto que sí es posible expresar así tales proposiciones. Pero el lenguaje de las funciones proposicionales, aunque conveniente, no es esencial. Lo que es fundamental —debemos repetirlo— es la noción de *pertenecer a* algo.

Russell señala[39] que si decimos "Los hombres existen, y Sócrates

[37] *Philosophical studies,* p. 215. El profesor Moore añade: "Está fuera del alcance de mis posibilidades explicar por qué utilizamos la misma forma de expresión verbal para comunicar significados tan diferentes. Me parece muy curioso que el lenguaje . . . se haya desarrollado como si hubiese sido concebido expresamente para confundir a los filósofos; e ignoro por qué tuvo que desarrollarse así."

[38] *The monist,* 1919, p. 196.

[39] *Ibid.* "Sócrates" se considera aquí como un *nombre,* no como una descripción abreviada.

es un hombre, luego Sócrates existe", estamos cometiendo el mismo tipo de error que si dijéramos: "Los hombres son numerosos, Sócrates es un hombre, luego Sócrates es numeroso". El error consiste en suponer que es significativo decir el *mismo tipo* de cosa acerca de un individuo que acerca de una clase. En el caso de la palabra "numeroso", podemos ver de inmediato que hay un absurdo, pero a menudo no alcanzamos a reconocer que *lo que se dice* en un caso no es exactamente lo mismo que *lo que se dice* en el otro, porque podemos usar la *misma palabra* con el tipo adecuado de diferencia en significación. Así, podemos decir "Los rectores de Oxford son cultos, y A es un rector de Oxford, luego A es culto"; todas estas afirmaciones tienen sentido y la inferencia es válida. Pero "son cultos" no tiene el mismo significado que "es culto", no sólo porque una es plural y la otra singular, sino porque "son cultos" ayuda a expresar una proposición de una forma diferente de aquella que "es culto" ayuda a expresar. Esta diferencia de forma explica el hecho de que en un caso se emplea el verbo en plural y en el otro en singular. Pero la similitud sintáctica de las dos oraciones nos conduce a suponer, erróneamente, que ambas son proposiciones de sujeto-predicado, cuando lo cierto es que la primera es una proposición general no-elemental y la segunda una proposición elemental simple.

Cuando se emplean las mismas palabras en oraciones que expresan diferentes clases de proposiciones, y sin embargo en cada caso el empleo es significativo, entonces se considera que esas palabras tienen "ambigüedad sistemática". Son *ambiguas* porque son empleadas en diferentes sentidos; pero esta ambigüedad es *sistemática* porque puede ser formulada de acuerdo con una regla. No es un tipo perjudicial de ambigüedad; por el contrario, es inevitable, puesto que sin ella la generalidad sería imposible; más aún, la ambigüedad sistemática es muchas veces útil en cuanto nos permite evitar la prolijidad. Pero si dejamos de advertir que tal ambigüedad está presente, podemos llamarnos a engaño por lo que se refiere a la forma de lo que se expresa. Éste es, muy claramente, el caso en lo que concierne a las palabras usadas para expresar *existencia*.

El reconocimiento de la ambigüedad sistemática es importante por lo que toca al problema de en qué sentido *exactamente* debemos sostener que "Hay Φs" es idéntica en significado a "Las Φs existen" y a "Las Φs son reales". Podría objetarse que es fácil encontrar un caso de "Hay Φs" en que el significado de "hay" no sea el mismo que en "Hay unicornios", y que, por lo tanto, no podríamos concluir que las Φs *existen*. Ejemplos de esto serían "Hay números", "Hay relaciones", "Hay clases". Estos usos no son los mismos que en "Hay unicornios"; por lo tanto, no se deriva de ello que los *números* existen. Ahora bien, es verdad que "x es un número" es algunas veces verdadera; por lo tanto, en *un* sentido de "existe", los números sí existen. Pero los *números* son de un tipo lógico diferente del de los *unicornios*; nada que se diga significativamente de los primeros puede

decirse significativamente de los segundos. Esta diferencia en significación es lo que quiere decir diferencia en tipo lógico. Russell sugiere que un tipo lógico puede ser definido de la siguiente manera: "A y B son del mismo tipo lógico si, y sólo si, dado cualquier hecho del que A sea un constituyente, hay un hecho correspondiente que tiene a B como un constituyente, lo cual, o bien resulta de la sustitución de A por B, o es la negación de lo que así resulta".[40] Así, Sócrates y Aristóteles son del mismo tipo lógico, porque *Aristóteles* puede ser sustituido por *Sócrates* en cualquier proposición significativa acerca de *Sócrates* y el resultado no carecerá de sentido, aunque puede ser falso. Pero no puedo sustituir significativamente un *número* por un *unicornio*. Puedo decir "Di de comer a un unicornio", pero no "Di de comer a un número". Para ver que esto es así, basta saber lo que "número" y "unicornio" *significan* respectivamente; no necesitamos saber también si *hay* unicornios. Lo importante es que nadie puede usar "Hay unicornios" con el sentido de "hay" que es apropiado a "números" y "relaciones". Por lo tanto, no hay justificación para decir que los unicornios *subsisten*. Si *hubiese* unicornios, serían objetos individuales del mismo tipo precisamente que los *caballos*. Ahora bien, es claro que de *Estoy pensando en un unicornio* no se desprende que hay un objeto individual respecto del cual se pueda decir "*Éste* es un unicornio"; por lo tanto, podemos pensar en los unicornios aunque no haya ninguno.

Es importante observar que, no importa cuántos sentidos diferentes pueda tener "Hay Φs", correspondientes a diferentes tipos lógicos expresados por "Φ", *todos* ellos son tales que "$(\exists x) . \Phi x$" no puede ser verdadera a menos que Φ pertenezca a algo.[41]

[40] *Contemporary British Philosophy*, Serie I, p. 370.

[41] Yo misma estaría sosteniendo todavía las concepciones erróneas criticadas en esta sección a no ser porque el profesor Moore me señaló, en varias cartas escritas en 1918, los errores que estaba cometiendo.

X. LA GENERALIZACIÓN DE LA LÓGICA

"Toda ciencia que ha florecido, ha florecido sobre sus propios símbolos; la lógica que, como todos admiten, es la única ciencia que no ha progresado durante siglos, es la única que *no ha desarrollado símbolos*." —AUGUSTUS DE MORGAN

§ 1. *El ideal de la lógica*

TODOS los lógicos han reconocido que la lógica tiene que ver con la forma, pero sólo hasta tiempos recientes se ha reconocido que hay una ciencia de la lógica pura que tiene que ver exclusivamente con la forma. Existe una amplia divergencia de opiniones entre quienes se dan a sí mismos el nombre de lógicos en relación con los tópicos que pertenecen propiamente a la lógica y en relación con su modo de tratamiento. Muchos libros que pretenden versar sobre lógica han sido escritos únicamente desde el punto de vista de la argumentación cotidiana, con la intención confesada de mostrar cómo ciertas proposiciones importantes para la humanidad *pueden ser confirmadas* y cómo las afirmaciones de quienes impugnan esas proposiciones pueden ser *refutadas*. Así concebida, la lógica viene a ser considerada como el *arte de pensar*. En consecuencia, se ha puesto mucho énfasis en las falacias incidentales al lenguaje y en las *causas* de las creencias erróneas. No cabe duda de que tal estudio es útil, pero es preciso distinguirlo de la lógica. Debido a la limitación de su interés por la crítica del pensamiento reflexivo tal como éste ocurre en los problemas prácticos, en los descubrimientos científicos y en las controversias teológicas, los primeros lógicos sólo hicieron un débil intento de descubrir los principios formales de la prueba. Tal descubrimiento presupone el intento de analizar los diversos tipos de argumentación a fin de separar su validez formal de cualquier tema o asunto dado. El uso del lenguaje significativo del habla cotidiana tiende a ocultar la forma y a fomentar la confusión de la lógica con el arte de la controversia. La *Lógica de Port-Royal*, por ejemplo, constituye un buen ejemplo de una obra que pertenece más bien al arte de la contro-

versia que a la lógica.[1] Elabora trivialidades técnicas que no conducen a una aprehensión de los principios formales envueltos en el razonamiento correcto. Los lógicos de Port-Royal se consideraban a sí mismos como continuadores de la tradición de Aristóteles, pero hay buenas razones para creer que el propio Aristóteles fue el primer lógico que se interesó primordialmente por la forma. Ciertamente, el primer intento de exhibir los principios formales de la deducción se le puede atribuir a él.[2] Aristóteles vio claramente que las proposiciones tienen *forma*, y que esa forma es lo esencial para la deducción. Como lo expresa el profesor Whitehead: "Aristóteles fundó la ciencia al concebir la idea de la forma de una proposición y al concebir que la deducción tiene lugar en virtud de las formas . . . Asimismo, en su teoría de la forma, tanto Aristóteles como los lógicos subsiguientes se aproximaron mucho a la teoría de la variable lógica. Pero aproximarse mucho a una teoría verdadera y aprehender su aplicación precisa son dos cosas muy diferentes, como nos lo enseña la historia de la ciencia. Todo lo que es importante lo ha dicho anteriormente alguien que no lo descubrió."[3]

Ya hemos subrayado la importancia de la forma y hemos visto que el silogismo es una forma de la implicación, deductiva exclusivamente en virtud de su forma. Considérese, por ejemplo, el silogismo *Si todos los políticos son inconsecuentes y Baldwin es un político, entonces Baldwin es inconsecuente*. Aquí afirmamos que la premisa compuesta implica la conclusión. No afirmamos que Baldwin es inconsecuente, ni que es un político, ni que todos los políticos son inconsecuentes. Estas proposiciones pueden ser verdaderas. Si creemos que las premisas son verdaderas, aceptaremos la conclusión como verdadera. Pero el lógico puro no está interesado en la verdad o falsedad de las premisas; sólo está interesado en la implicación, es decir, en *la forma*. Si en lugar de "Baldwin" ponemos "Bernard Shaw", o "mi perro", o "este escritorio" o cualquier otro individuo dado, la implicación sigue siendo válida. De manera similar, en lugar de "inconsecuente" podríamos poner "rico", o "esperanzado", o "gordo" o "trivial"; en lugar de "políticos" podríamos poner "tiburones", o "telegramas" o "ratones", y la forma permanecería inalterada. Pero el lógico puro no desea considerar ninguna sustitución dada que pudiera hacerse; no le interesa hacer afirmaciones acerca de las cosas individuales que pueden estar en el mundo real y que tienen interés para nuestra vida cotidiana y

[1] La *Lógica de Port Royal* fue publicada por primera vez en París en 1662, con el siguiente título: *La Logique ou l'Art de Penser, contenant outre les Regles communes, plusieurs observations nouvelles, propres à former le jugement.*

[2] Véase capítulo VI, § 6 y *cf.* capítulo XXV, § 2 más adelante. Aun una lectura superficial de las *Analíticas* de Aristóteles mostrará que éste se proponía exhibir la forma. El contraste entre la naturaleza de esta indagación y la de, por ejemplo, los lógicos de *Port Royal* es notable.

[3] *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XVI, p. 72.

para el científico. Puesto que *cualquiera* de estas sustituciones no afecta la validez de la forma, debemos rehusarnos a escoger cualquier sustitución *dada*. En consecuencia, podemos tomar *x* en lugar de *Baldwin*, β en lugar de *inconsecuente*, α en lugar de *políticos*, siempre y cuando que α y β sean símbolos variables para representar clases y *x* un símbolo variable para representar un individuo. Así obtenemos: *Si todas las αs son βs y x es una α, entonces x es una β*, como la forma de todo silogismo que consta de una premisa que relaciona dos clases (de las cuales una está incluida en la otra) y una premisa que relaciona un individuo con una clase (siendo esa clase la clase incluida). Los silogismos acerca de *políticos, tiburones*, etcétera, son casos particulares que ejemplifican esta forma. En la forma proposicional pura de la implicación, los constituyentes materiales son reemplazados por variables, y la forma es expresada por constantes lógicas. Puesto que es completamente formal, no hay referencia a ningún caso dado; se puede afirmar la implicación acerca de cualquier cosa que pueda adaptarse a la forma. Por lo tanto, es completamente general. El ideal del lógico es la generalidad completa; el lógico alcanza este ideal haciendo que sus afirmaciones sean completamente formales.

La aprehensión de la forma depende de la aprehensión de la constante lógica y de la variable lógica. Pero lo que ocupa el primer lugar en la lógica, bien puede ocupar el último en el conocimiento. El desarrollo histórico de una ciencia refleja el desarrollo mental del hombre. Del mismo modo que el niño aprehende primero que este conjunto dado de dos cubos con aquel otro conjunto dado de dos cubos es igual a este otro conjunto de cuatro cubos, y sólo gradualmente llega a ver que *cualquier* conjunto de dos objetos sumado a *cualquier* otro conjunto de dos objetos es igual a *cualquier* conjunto de cuatro objetos, así una ciencia empieza por establecer una conexión entre un hecho particular y otro, y sólo gradualmente desentraña aquellas propiedades de las cuales depende la conexión. No ocurre de otra manera con la lógica. Primero se advierte que *esta* proposición está relacionada de tal modo con *aquella* proposición que se puede deducir la segunda de la primera. Posteriormente, las propiedades de las cuales depende la deducción son aprehendidas como tales. Sólo como resultado de un largo proceso de desarrollo ha sido posible comprender que toda deducción depende de las propiedades *formales*, es decir, *lógicas*, de los términos que entran en el razonamiento.

Puesto que la forma proposicional determina qué constantes materiales se pueden adaptar a la forma, los diferentes tipos de constantes lógicas representan los diferentes tipos de deducción que son posibles. El defecto principal de los lógicos tradicionales consiste en que no han podido aprehender más de una forma de deducción. Aristóteles se limitó a la consideración de aquella forma de deducción que es más obvia al sentido común, a saber, el silogismo subsuntivo. El desarrollo reciente de la lógica ha mostrado que el silogismo subsuntivo es un caso especial de la propiedad formal de la transitividad, que

pertenece a la relación de inclusión, o subsunción. De esta propiedad depende la validez del silogismo. Más aún, Aristóteles no alcanzó a distinguir las dos formas diferentes de silogismo que han sido llamados tradicionalmente subsuntivos. Si bien Aristóteles empleó símbolos literales para expresar los *términos* del silogismo, empleó el lenguaje ordinario para expresar las *relaciones* entre los términos. En esto lo siguieron los lógicos tradicionales. En consecuencia, éstos no comprendieron que "R antecede a S", "R ama a S", "Toda R es S" expresan formas diferentes. No intentaron analizar estas relaciones a fin de determinar sus propiedades lógicas, sino que se contentaron con tomar la similitud de la forma gramatical como una guía para la similitud de la forma lógica. De tal suerte, los seguidores de Aristóteles confinaron rígidamente la deducción a la forma del silogismo subsuntivo, con lo cual no sólo desperdiciaron su tiempo en la elaboración de trivialidades técnicas, sino que además —y ello es más importante aún— frenaron el desarrollo de la lógica. El no analizar las relaciones implicadas en los diferentes tipos del razonamiento deductivo impidió a la lógica "desarrollar símbolos" para exhibir la forma.

§ 2. *Las relaciones*

Toda deducción depende de las propiedades lógicas de las relaciones. Por lo tanto, el concepto de *relación* tiene una importancia fundamental. No parece posible definir la *relación* sin presuponer nociones cuya necesidad de definición no es menor. Todo lo que está a nuestro alcance es hacer algunas observaciones que nos ayudarán a comprender qué es exactamente una relación. Cualquier objeto sobre el cual podamos pensar posee características que nos permiten distinguirlo de otros objetos. Estas características son de dos clases: *cualidades* y *relaciones*. La diferencia entre ellas no puede ser definida, puesto que tanto la cualidad como la relación son indefinibles.[4] Por una cualidad entendemos lo que algunas veces recibe el nombre de *cualidad simple*, como las que ordinariamente se expresarían mediante un adjetivo, por ejemplo: *rojo, dulce, ruidoso*. Desde el punto de vista del sentido común podemos decir que si es verdad que A *es rojo*, entonces puede considerarse que A posee la cualidad de *ser rojo* independientemente de cualquier referencia a cualquier otro objeto.[5]

[4] W. E. Johnson dice: "Una *relación* se define adecuadamente como un '*adjetivo transitivo*', distinguiéndose el adjetivo ordinario como *intransitivo*." (*Logic*, I, p. 204 *n.*) Esta definición descansa sobre una concepción de la relación y el adjetivo que no me parece iluminadora. Más aún, "transitivo" contiene la noción de *relación*. El uso que hace Johnson de "adjetivo" es sumamente desorientador.

[5] Es posible, y quizá necesario, considerar *rojo* como un término en una relación múltiple irreductible. Pero la comprensión de tal noción presupone que sepamos qué *significa* la afirmación de que *rojo* es una cualidad no-relacional.

Por *una relación* entendemos una característica que pertenece a A considerada con referencia a algún otro objeto B. Este enunciado no puede considerarse como una definición de "relación", puesto que la frase "considerada con referencia a" repite el concepto de relación. Con todo, la afirmación puede ser útil puesto que sugiere que A no puede tener una relación a menos que haya algún otro objeto *con* el cual tiene la relación. Por ejemplo, si A *tiene un padre,* entonces debe de haber algún término del mismo tipo que A que sea el padre de A. Así, pues, *tener un padre* es una característica relacional que pertenece a A. Supongamos que este término es X; entonces la relación *padre de* rige entre X y A. Asimismo, afirmar la *igualdad* de algún término K es afirmar que K puede ser considerada con referencia a algún otro término, del mismo tipo que K en algún aspecto, que es igual a K. Si este término es L, entonces "K equivale a L" expresa una relación que rige entre K y L. Afirmar que *D es un regalo* es afirmar que hay dos términos tales que uno, digamos X, tiene la característica de *regalar D,* y el otro, digamos Y, tiene la característica de *recibir D.* Entonces, "X regala D a Y" expresa una relación de *regalar* que rige entre X, D e Y. Afirmar que *se deben $ 5.00* es afirmar que hay otros tres términos tales que uno, digamos A, tiene la característica de *deber;* otro, digamos B, tiene la característica de *ser debido;* y un tercero, digamos X, tiene la característica de *ser aquello por lo cual* se debe algo. Entonces, "A le debe $ 5.00 a B por X" expresa una relación de *deber.*

Todos éstos son ejemplos de relaciones perfectamente familiares y de uso común en la vida ordinaria. Estas relaciones difieren en el número de *términos* comprendidos. Un término es cualquier cosa que pueda tener una cualidad o guardar una relación. Tanto las cualidades como las relaciones son *universales.* Los términos que ocurren como A ocurre en A *es rojo,* o como A y B ocurren en A *ama a B,* son *particulares* o *individuos.* Estos términos no pueden ocurrir como *es rojo* ocurre en A *es rojo,* o como *ama a* ocurre en A *ama a B.* Los constituyentes como *es rojo, ama a,* son universales.[6] Toda proposición contiene un constituyente que funciona como *ama a* funciona en *A ama a B,* o sea, que combina los constituyentes en la unidad de una proposición simple. Los constituyentes así combinados no tienen que ser particulares, por ejemplo: "El odio es análogo al amor". Sin embargo, el universal que relaciona no ocurre como ocurren *amor* y *odio.* Ya hemos distinguido las relaciones según el número de términos implicados, a saber, diádicas, triádicas, tetrádicas, pentádicas, poliádicas. Simbolizaremos una relación diádica *ya sea* mediante x R y, o mediante R(x, y); las relaciones con más de dos términos serán simbolizadas mediante R(x, y, z); R(v, x, y, z), y así sucesivamente. Simbolizamos la relación en la que y representa a x, cuando x R y, mediante $\breve{R}$, es decir, y $\breve{R}$ x. Estamos acostumbrados a las conversas

[6] *Cf.* capítulo IV.

de las proposiciones, de manera que la concepción de la conversa de una relación no ofrece dificultad. El sistema de las relaciones familiares constituye el ejemplo más familiar de relaciones del que podemos derivar inferencias fácilmente. Dado cualquier árbol genealógico, digamos el de *La Casa de Hanover,* podemos establecer inmediatamente el grado preciso de parentesco que, digamos, la actual Duquesa de York guarda con Jorge I.

La gran importancia de las relaciones en la teoría deductiva se debe al hecho de que poseen determinadas propiedades *formales,* es decir, *puramente lógicas,* que se encuentran en la base de toda inferencia. Las relaciones se pueden clasificar de acuerdo con sus propiedades lógicas. Comenzaremos con algunas definiciones que resultarán útiles en la enunciación de esas propiedades.

Referente y relato. Toda relación tiene un *sentido,* es decir, una *dirección* en la cual va. Por ejemplo, *ama a* va *de* el *amante a* el *amado*; *padre de* va *de* el *progenitor masculino a* el *hijo.* El término *del* cual va la relación es el *referente*; el término *al* cual va la relación es el *relato.* En A *ama a* B, A es el referente y B el relato.

Dominio, dominio converso, campo. Si R es una relación cualquiera, entonces el *dominio de* R es la clase de términos que tienen R respecto de algo. El *dominio converso* de R es la clase de términos respecto de los cuales algo tiene R. El *campo de* R es la suma del dominio y del dominio converso de R. Así, pues, todos los posibles referentes de R son el dominio de R; todos los posibles relatos son su dominio converso. El dominio y el dominio converso pueden intersectarse. Por ejemplo, si los descendientes directos de Jorge I de Inglaterra son tomados como el campo de la relación *antepasado de* (limitada a este campo), entonces el dominio es la clase de todos aquellos individuos que tienen descendientes; el dominio converso es la clase de sus descendientes. El individuo *Victoria* es referente respecto de Eduardo VII, Jorge V, etcétera, y es relato respecto del *Duque de Kent,* Jorge II, etcétera.

Ahora consideraremos aquellas propiedades de relaciones que son importantes para la inferencia.

Simetría. Una relación R es *simétrica* cuando $R \doteq \breve{R}$. Así, pues, si *x* R *y*, entonces *y* R *x*. Por ejemplo, *primo de, cónyuge de, igual a, diferente de, hermano o hermana de.*

Una relación R es *asimétrica* cuando R es incompatible con $\breve{R}$. Así, pues, si *x* R *y*, entonces no *y* R *x*. Por ejemplo, *padre de, esposa de, antes que, más oscuro que, mayor que.*

Una relación R es *no-simétrica* cuando R es incompatible con $\breve{R}$. Así, incompatible con $\breve{R}$. Por ejemplo, *implicación, ama a, hermana de.*

Transitividad. La propiedad de la transitividad es una propiedad de *pares* de términos con referencia a alguna relación R.

Una relación R es *transitiva* cuando es de tal índole que si *x* R *y*, e *y* R *z*, entonces *x* R *z*. Por ejemplo, *antecede a, antepasado de, igual a, exactamente contemporáneo de.*

Una relación R es *intransitiva* cuando es de tal índole que si *x* R *y* e *y* R *z*, entonces nunca *x* R *z*. Por ejemplo, *siguiente a, cónyuge de, padre de, contradictorio.*

Una relación R es *no-transitiva* cuando es de tal índole que si *x* R *y* e *y* R *z*, entonces algunas veces *x* R *z*, algunas veces no *x* R *z*. Por ejemplo, *hermana de, intersectada en el tiempo con, engañar, amigo de, diferente de.*

Las propiedades de la simetría y la transitividad, y sus contrarias, son independientes. Por lo tanto, si R fuese cualquier relación, R podría ser (i) transitiva y simétrica; (ii) transitiva y asimétrica; (iii) intransitiva y simétrica; (iv) intransitiva y asimétrica. Las relaciones que son al mismo tiempo transitivas y simétricas tienen las propiedades formales de la *igualdad.* Hay una tercera propiedad importante que que pertenece a esas relaciones. Esta propiedad ha recibido el nombre de *reflexividad.* [7] Se la puede definir de la siguiente manera: Una relación es *reflexiva* cuando rige entre un término y ella misma. La relación de *identidad* es reflexiva. Si *x* es cualquier término, entonces *x* es idéntico a *x*. Una relación puede ser simétrica sin ser *reflexiva*, por ejemplo: *cónyuge de.* Russell ha señalado que la única relación de la que puede decirse que es reflexiva sin limitación es la relación de *identidad.* Las propiedades de *reflexividad, simetría* y *transitividad* son las propiedades formales que pertenecen a las relaciones de *identidad* e *igualdad.* Cualesquiera relaciones que tengan esas propiedades son de la naturaleza formal de la identidad, por ejemplo: *coimplicación* y *coincidencia.* [8]

Una relación que tiene tanto las propiedades de la transitividad como de la asimetría, tiene también una tercera propiedad, a la cual C. S. Peirce ha dado el nombre de *aliorrelativa.* Se la puede definir de la siguiente manera: Una relación R es *aliorrelativa* cuando es de tal índole que ningún término tiene R para sí mismo, por ejemplo: *mayor que, sucesor de.* Es obvio que las relaciones asimétricas son siempre aliorrelativas, pero, como acabamos de ver la conversa no siempre está en este caso, puesto que *cónyuge de* es simétrica y también aliorrelativa. Pero si una relación es *tanto* transitiva *cuanto* aliorrelativa, *también* es asimétrica. Russel ha introducido las frases "contenida en la diversidad" o "implicante de diversidad" como sinónimos de "aliorrelativa". [9]

Conexidad. Dados cualquier relación R y el campo de R, no se desprende que cualesquiera dos términos del campo estén relacionados ya sea por R o por $\breve{R}$. Por ejemplo, dada la relación *progenitor de* y el campo *seres humanos*, no se desprende que de cualesquiera dos términos, uno deba ser progenitor del otro. Pero cuando esto sí se desprende, se dice que la relación está conectada. La conexidad puede definirse de la siguiente manera: Una relación R está *conectada*

[7] PEANO, *Revue du Mathématiques*, VII, p. 22.

[8] *Cf.* RUSSELL, *Principles of mathematics*, § 209.

[9] Véase *Int. math. phil.*, p. 32.

cuando, dados cualesquiera dos términos de su campo, digamos x e y, entonces *o* bien x R y o bien y R x (o sea, o bien x R y o bien x $\breve{R}$ y). Una relación que sea transitiva, asimétrica y conectada, es una *relación serial*. Por ejemplo, la relación *mayor que*, limitada al campo *números naturales*, está conectada, puesto que de cualesquiera dos números, uno es mayor que el otro. La relación *mayor que* es asimétrica y transitiva. Basta para generar la serie 1, 2, 3, 4 . . . Las tres propiedades de la asimetría, la transitividad y la conexidad son independientes, puesto que una relación puede tener cualesquiera dos de ellas sin la tercera.

Podemos obtener otra clasificación independiente de las relaciones diádicas, basada en el número de términos con los cuales un término dado puede guardar la relación R. Será más fácil ver esto en el caso de los ejemplos familiares de relaciones. Si A es padre de B, puede haber muchos otros términos además de B con los cuales A guarde la misma relación. Si A es gemelo de B, no hay ningún otro término con el cual A guarde la misma relación. Si A es sirviente de B, puede haber otros términos además de A con los cuales B guarde la misma relación. Si A ama a B, puede haber otros términos además de A que guarden la misma relación con B, y puede haber otros términos además de B que guarden la misma relación con A. Por lo tanto, distinguiremos cuatro clases de relaciones, definidas de la siguiente manera:

(1) *Muchos-muchos*. La relación R puede ser tal que si x R y, entonces también puede haber m R y, n R y . . . y también x R b, x R c . . . Por ejemplo: *1º de latitud norte de*, *súbditos de Emperadores*.

(2) *Muchos-uno*. La relación R puede ser tal que, cuando el referente es dado, el relato es determinado, pero puede haber muchos referentes. Tal relación es *muchos-uno*. Por ejemplo: *sirviente de la Reina Isabel*, *esposa del Sultán*.

(3) *Uno-muchos*. Una relación uno-muchos es la conversa de una relación muchos-uno, por ejemplo: *soberano de* es una relación uno-muchos, *súbdito de* es una relación muchos-uno.

(4) *Uno-uno*. Una relación R puede ser tal que la selección del referente determine únicamente la selección del relato, y conversamente. Puede haber muchos miembros del dominio de R y muchos miembros del dominio converso, pero la selección de un término dado (ya sea referente o relato) determina cuál término debe ser seleccionado para guardar la relación R (ya sea como relato o como referente). Por ejemplo, *hijo mayor de un padre*, *casado con un cónyuge*. Las relaciones uno-uno pueden ser consideradas como un caso especial de relaciones uno-muchos. Son sumamente importantes en las ciencias exactas. Las correlaciones son relaciones uno-uno. Se re-

cordará que el contaje es un proceso de establecer una relación de uno-uno entre un conjunto de objetos y los numerales.[10]

Las descripciones definidas entrañan relaciones uno-muchos, por ejemplo: "El padre de Oliver Cromwell", "El maestro de Sócrates", "El Hombre con la Máscara de Hierro", "El autor de *Waverley*". Cada una de estas descripciones implica que hay un término y sólo uno que es referente de la relación. Así, Oliver Cromwell sólo pudo tener un padre, pero su padre pudo tener muchos hijos. Si, empero, hay un solo relato, entonces la relación es uno-uno. Así, las relaciones uno-uno son un caso especial de las relaciones uno-muchos, por ejemplo: "El autor de *Waverley*", "El Hombre con la Máscara de Hierro". Debe observarse que la relación de *objeto* a *descripción* no es uno-uno, puesto que hay muchas descripciones correctas del mismo objeto, por ejemplo: "El personaje principal en el diálogo platónico *La República*", "El filósofo que bebió la cicuta", "El marido de Xantipa" describen todas ellas a *Sócrates*. La relación *progenitor de* no es una relación uno-muchos, puesto que, si x es progenitor de y, entonces x puede ser o padre o madre de y, de suerte que los dos términos guardan la misma relación con y. Si, empero, los referentes están limitados a los *varones*, entonces la relación es uno-muchos; si el relato está ahora limitado al *hijo mayor*, la relación es uno-uno. Debe observarse que las funciones matemáticas son resultado de relaciones uno-muchos, por ejemplo: el coseno de x, el logaritmo de y.

Tenemos que considerar ahora la combinación de dos relaciones. Supóngase que hay una relación R tal que x R y, y una relación S tal que y S z, entonces hay una relación entre x y z compuesta de las dos relaciones R y S. Tal modo de combinación recibe el nombre de *multiplicación relativa*, y la relación así obtenida recibe el nombre de *producto relativo* de R y S. Podemos dar la siguiente definición: Dadas cualesquiera dos relaciones R y S y un término y tal que x R y e y S z, entonces la relación que rige entre x y z es el producto relativo de R y S. Russell simboliza el producto relativo de R y S mediante R | S. R y S son llamados los factores de su producto relativo. El producto relativo de *hermana de* y *padre de* es *tía paterna*. Si el orden de los factores se invierte, puede obtenerse una relación diferente. Es decir, que el producto relativo no es, como tal, conmutativo.

[10] Estas relaciones podrían definirse de la siguiente manera:

(1) R es *muchos-muchos* cuando tanto el dominio como el dominio converso contienen más de un miembro y la selección de un término de cualquiera de ellos no determina la selección del otro término.

(2) R es *muchos-uno* cuando la selección de un término del dominio determina la selección del término del dominio converso, pero no a la inversa.

(3) R es *uno-muchos* cuando la selección de un término del dominio converso determina la selección del término del dominio, pero no a la inversa.

(4) R es *uno-uno* cuando tanto R como $\breve{R}$ son uno-muchos.

Por ejemplo, si invertimos el orden de los factores dados arriba, obtenemos *padre de*, que es el producto relativo de *padre de* y *hermana de*. La conversa de un producto relativo se obtiene mediante la inversión del orden de los factores y la sustitución ulterior de sus conversas. O sea, $\overline{(R \mid S)} = \breve{S} \mid \breve{R}$. Por ejemplo, la conversa del producto relativo de *marido de* y *nuera*, es *padre* o *madre de*.

Cuadrado de una relación. El producto relativo de R y R es el cuadrado de R. Es decir, $R \mid R = R^2$. Por ejemplo, el producto relativo de *padre* y *padre* es *abuelo paterno*. La conversa del cuadrado de padre es *hijo del hijo*. El cuadrado de *antepasado* es *antepasado*.

Contener o ser implicado por. Una relación R contiene, o es implicada por, una relación S cuando es de tal índole que si S rige, R rige. Puede observarse que una relación transitiva contiene su cuadrado y que el cuadrado de una relación transitiva aliorrelativa es asimétrico.

Hasta ahora nos hemos ocupado solamente en las relaciones diádicas. Es posible clasificar las relaciones triádicas, tetrádicas y otras relaciones poliádicas de acuerdo con las definiciones que hemos dado, siempre y cuando se hagan modificaciones adecuadas. No podemos, sin embargo, examinar esas definiciones aquí. Debe bastar con señalar que R $(a, b, c, d \ldots)$ será simétrica si el orden de los términos puede ser cambiado sin alterar la relación R, es decir, R $(a, b, c, d \ldots)$ = R $(b, c, d, a \ldots)$, etcétera. Éste sería el caso de *ser puntos en la misma línea recta*, siempre que no esté envuelta ninguna *otra* relación. R (a, b, c, d) sería no-simétrica si el intercambio de los términos implicara una alteración en R, por ejemplo: "*a* le pagó a *b* $ 2.00 como salario por una semana".

La *transitividad*, en el caso de las relaciones poliádicas, es reemplazada por la *eliminación*. En la siguiente sección trataremos esta propiedad.

§ 3. *Las propiedades lógicas de las relaciones deductivas*

Es conveniente distinguir desde un principio tres formas de deducción, todas las cuales han sido consideradas algunas veces como reductibles en última instancia a forma silogística, con o sin la adición de otra premisa. Éstas son (1) el silogismo implicacional, (2) el silogismo subsuntivo, (3) la forma *a fortiori*. El silogismo categórico tradicional es subsuntivo. El silogismo implicacional es conocido tradicionalmente como el "silogismo hipotético puro".

Estas tres formas pueden ser expresadas de la siguiente manera:

(1) Usando *p*, *q*, *r* para representar proposiciones.

Si *p* implica a *q*
y *q* implica a *r*,
entonces *p* implica a *r*.

(2) Usando α, β, γ para representar clases y X un individuo.

Hay dos formas del silogismo categórico tradicional, sólo una de las cuales es subsuntiva.

(i) Si α está incluida en β	(ii) Si α está incluida en β
y β está incluida en γ,	y x es una α,
entonces α está incluida en γ.	entonces x es una β.

(3) La forma relacional (de la cual la *a fortiori* es un caso especial) será expresada mediante dos ejemplos.

(i) Si A = B	(ii) Si A es más caliente que B
y B = C,	y B es más caliente que C,
entonces A = C.	entonces A es más caliente que C.

Ahora tenemos que indagar cuáles son las propiedades lógicas de las relaciones conectivas en cada uno de estos casos.

Implica a tiene las propiedades: reflexiva, no-simétrica, transitiva.

Igual a tiene las propiedades: reflexiva, simétrica, transitiva.

Está incluida en, *más caliente que* tienen las propiedades: asimétrica,[11] transitiva.

Con la excepción de 2 (ii), la relación conectiva en cada una de estas formas es *transitiva*. De esta propiedad de transitividad depende la deducción. En cada uno de estos casos la conclusión establece una relación entre el primero y el tercero de tres términos; el segundo término en cada caso guarda la relación dada con uno de los términos, y en la relación conversa con el otro término.[12] Puesto que la relación es transitiva, el término intermedio puede ser eliminado. Esta propiedad es, por lo tanto, de gran importancia en la deducción. Siempre que las premisas están conectadas por relaciones transitivas, son posibles las *cadenas de deducción*. Dado que las premisas sean verdaderas, entonces el término o términos inmediatos pueden ser eliminados y la conclusión puede ser afirmada. No hay la mínima razón para limitar el número de términos intermedios a uno, como hacen los lógicos tradicionales. William James ha expresado gráficamente el principio en virtud del cual tal eliminación es posible, como el "axioma de los intermediarios omitidos". Dice James: "Simbólicamente, podríamos escribirlo como $a < b < c < d \ldots$ y decir que cualquier número de intermediarios puede ser cancelado sin obligarnos a alterar nada en lo que permanece escrito."[13] De acuerdo con este principio, se obtiene la conclusión de un *Sorites*,

[11] Más adelante veremos que es posible interpretar la relación de *inclusión* como no-simétrica.

[12] En el caso de la relación *equivale* a $xRy = yRx$.

[13] *Principles of psychology*, vol. II, p. 646.

y que se elimina el término medio en un silogismo subsuntivo tradicional.[14] Por lo tanto, es totalmente innecesario fragmentar un *Sorites* en una serie de silogismos de tres términos.

Tenemos que considerar ahora la forma *Si* α *está incluida en* β *y* X *es una* α, *entonces* X *es una* β. La relación expresada por *es una* α fue confundida por los lógicos tradicionales con la relación de *subsumisión* o *inclusión*. Pero ya hemos visto que la relación que un individuo guarda con la clase de la que es un miembro, es totalmente diferente de la relación de inclusión entre las clases. Peano simbolizó esta relación por medio de ε. Así, "X ε α" debe leerse como "X es un miembro de la clase α", o, más brevemente, "X es una α". La relación ε es no-transitiva. Considerando esta relación como indefinible, vemos que todo lo que puede afirmarse de todo miembro de una clase, puede afirmarse de *cualquier* miembro *especificado*. Éste es un principio fundamental de la inferencia, llamado por Johnson el *principio aplicativo.*[15] Permite la sustitución de un individuo definido dado, en lugar de una variable. Si expresamos 2 (ii) en la forma *Si todo miembro de* α *es un miembro de* β *y* X *es un miembro de* α, *entonces x es un miembro de* β, vemos que la validez de esta forma descansa sobre este principio.[16] Es claramente diferente de 2 (i), con el que se le ha confundido tradicionalmente.

Vemos, entonces, que el silogismo subsuntivo es un ejemplo simple de la posibilidad de eliminación de los intermediarios conectados por una relación transitiva. Al no lograr aprehender la naturaleza e importancia de la propiedad lógica de la transitividad, los lógicos tradicionales no pudieron aprehender la característica en virtud de la cual era posible tal deducción. No lograron ver, en consecuencia, que el llamado argumento *a fortiori* es válido en virtud de la característica que confiere validez al silogismo subsuntivo, aunque aquél no pueda ser convertido a la forma subsuntiva. Por la misma razón, se contentaron con hacer descansar toda deducción en el *dictum de omni* aristotélico, y se vieron así llevados a su absurda limitación de la deducción a una sola forma.

§ 4. *La construcción de un sistema deductivo*[17]

Un sistema consiste en elementos que guardan ciertas relaciones. Por ejemplo, el sistema solar es un sistema que consiste en determinados

[14] La propiedad de *transitividad,* tal como la hemos definido para las relaciones diádicas, es sólo un caso especial de las condiciones que hacen posible la eliminación en general. (Véase BOOLE, *Laws of thought,* capítulo VII; *cf.* también J. N. KEYNES, *F. L.*, §§ 489-94.)

[15] *Logic,* II, p. 10.

[16] En el desarrollo de un sistema lógico, la *sustitución* desempeña un papel fundamental. *Cf.* § 4 más adelante.

[17] Para una concepción diferente de la naturaleza de los sistemas deductivos, el estudiante debe consultar el Apéndice C.

elementos, a saber, el Sol, los planetas y sus satélites, que guardan ciertas relaciones. Una organización social es un sistema que consiste en clases sociales relacionadas en cierta forma. En *cualquier* sistema dado, *el hecho de que* un elemento guarde una relación dada puede expresarse mediante una proposición. Así, las posiciones relativas de la Tierra, Júpiter y el Sol, pueden ser expresadas por la proposición *La Tierra está entre Júpiter y el Sol.* Dado cualquier *sistema,* la relación de sus elementos puede ser expresada en un conjunto de *proposiciones relacionadas.* Un sistema deductivo es un tipo especial de sistema en el que los elementos son *proposiciones,* y las relaciones entre los elementos son relaciones *lógicas.* En este capítulo trataremos únicamente los sistemas deductivos. El estudiante tendrá alguna familiaridad con el más desarrollado de tales sistemas: las matemáticas deductivas. Pero puede que no tenga mucha comprensión íntima de la *naturaleza* del sistema. Se ha supuesto comúnmente que tales sistemas son demostraciones de proposiciones complejas a partir de axiomas simples. Se suponía que los axiomas eran evidentes por sí mismos, es decir, indubitablemente verdaderos. Pero se les consideraba indubitables sólo porque no se dudaba de ellos. La evidencia por sí misma es una noción relativa. Lo que podemos dudar depende de nuestro conocimiento previo y de nuestra capacidad mental. Durante siglos se supuso que el sistema geométrico de Euclides se basaba en axiomas que eran evidentes en sí mismos o indiscutiblemente verdaderos, de los cuales se desprendían deductivamente todos sus teoremas. Ahora sabemos que tal creencia es errónea. La elaboración de las geometrías no-euclidianas ha mostrado que es posible construir sistemas geométricos basados en axiomas diferentes de los de Euclides y que conducen a diferentes resultados. El examen cuidadoso de la naturaleza de esos axiomas y de la conexión entre ellos y los teoremas resultantes, reveló el hecho de que los teoremas de Euclides no se desprenden de sus axiomas, sino que requieren el supuesto de axiomas ulteriores que no reconoció el propio Euclides. Por lo tanto, vemos que es importante preguntar qué es un axioma. No podemos contestar que un axioma es una proposición *necesariamente verdadera,* pues no sabemos qué significa "necesariamente verdadera" ni tampoco el uso de un axioma en un sistema deductivo depende de que sea *verdadero.* Probablemente porque los axiomas de Euclides fueron considerados como descriptivos del espacio de nuestro mundo externo, se les supuso tanto evidentes en sí mismos como verdaderos. Ahora que este supuesto es rechazado, tenemos mayor razón para dudar que sean evidentes en sí mismos.

La evidencia en sí misma parece combinar dos elementos: la obviedad y la prioridad lógica. La obviedad es una cuestión de familiaridad y punto de vista. No es una noción útil para la lógica. Podría, sin embargo, suponerse que nos sería posible definir axiomas en términos de prioridad lógica. Por lo tanto, los axiomas serían proposiciones

lógicamente previas a cualesquiera otras proposiciones. Pero la prioridad lógica no es absoluta. La noción de prioridad lógica es oscura. Su examen se ha hecho innecesariamente complicado con supuestos metafísicos difíciles y dudosos. Podemos decir que en un sistema deductivo una proposición p es lógicamente previa a otra proposición q si, y sólo si, p es lógicamente más simple que q. Ahora tenemos que investigar qué se significa cuando se dice que *p es lógicamente más simple que q*. Si podemos suponer p sin suponer q, pero no podemos suponer q sin suponer p, entonces p es lógicamente más simple que q. Pero lo que suponemos depende de nuestro punto de partida. Por lo tanto, la simplicidad lógica es también una noción relativa. En el comienzo de la construcción de un sistema, ciertos conceptos son considerados como indefinidos e inteligibles sin definición. Estos conceptos son llamados conceptos primitivos. Ciertas proposiciones son consideradas como indemostradas. Estas proposiciones reciben el nombre de proposiciones primitivas.[18] Tenemos que sustituir la noción vaga de prioridad lógica por la noción de conceptos indefinidos y proposiciones indemostradas. Pero no decimos que estos conceptos son *indefinibles* o que estas proposiciones son *indemostrables*. Es tan carente de significado preguntar si un concepto dado es indefinible y una proposición dada indemostrable, sin especificar el sistema dentro del cual están siendo usados, como lo sería preguntar si la Tierra se mueve sin especificar el sistema de referencia. No debemos cometer el absurdo de definir una proposición primitiva como una proposición lógicamente previa. Deseamos *reemplazar* la segunda noción con la primera. Al decir que una proposición es primitiva, *significamos* que se la supone y que constituye una base para la demostración aunque no esté demostrada ella misma. Está, pues, en la posición de un *axioma* o de un *postulado*; pero no se la ha de considerar *axiomática* en el viejo sentido, es decir, *necesariamente verdadera*.

Entonces un concepto primitivo y una proposición primitiva son sólo *primitivos* en relación con un sistema *dado*. La selección de estos conceptos y proposiciones primitivos determina un sistema deductivo dado. Lo que es un teorema o una proposición demostrada en un sistema, puede ser una proposición primitiva en otro sistema; lo que es definido en un sistema, puede ser indefinido en otro. Por lo tanto, carece de significado decir que una proposición primitiva dada es *indispensable* o lógicamente presupuesta por otras proposiciones. Esto puede verse con mayor claridad al considerar la relación lógica de la física y las matemáticas. Hay un sentido en el que la física presupone a las matemáticas, puesto que la física no puede ser desarrollada sin referencia a las matemáticas, en tanto que las matemáticas sí pueden desarrollarse sin referencia a la física. Pero sería erróneo argüir, a partir de esto, que las matemáticas son, *en un sentido incon-*

[18] Los términos "concepto primitivo" y "proposición primitiva" se deben a Peano.

dicionado, lógicamente previas a, o necesariamente presupuestas por, la física. Decir que *p es necesariamente presupuesta por q,* sería decir que *q implica a p,* o sea, que la falsedad de *p* se desprende de la falsedad de *q*. Pero éste no es el caso. La física no implica a las matemáticas; podría ser falsa aunque las matemáticas no lo fuesen. La física podría ser verdadera aun cuando no hubiese leyes generales de las matemáticas. [19] De manera similar, las ciencias especiales presuponen los principios de la lógica, pero estos principios no son *implicados* por las ciencias especiales. Las proposiciones matemáticas son verificadas inductivamente en la medida en que la física, deducida por medio de estas proposiciones, es verdadera.

Podría pensarse que los principios de la lógica constituyen un caso de proposiciones que son necesariamente verdaderas porque están implicadas por todos los sistemas deductivos. Pero esto sería un error. Se las presupone sólo en el sentido en que las matemáticas son presupuestas por la lógica. Argüir a partir de esto hasta llegar a una presuposición incondicional, sería argüir de lo particular a lo general. Podría admitirse que los principios lógicos están *supuestos* en toda deducción. Pero primero tenemos que suponer proposiciones que afirmen la posibilidad de la deducción. La necesidad de los principios lógicos no es más que la necesidad de construir sistemas. La construcción de tales sistemas puede ser la expresión del pensamiento de los seres racionales. Pero no *establecería* la necesidad. No nos proponemos controvertir esta necesidad, sino negar que pueda atribuirse significación alguna a la noción de principios *absolutamente* necesarios y proposiciones *absolutamente* indemostrables. Se desprende de ello que ningún sistema deductivo puede ser considerado como necesariamente demostrativo de proposiciones verdaderas por medio de proposiciones o axiomas primitivos necesarios. Las proposiciones de un sistema deductivo son establecidas como verdaderas sólo por medio de la verificación inductiva. Tal verificación nunca es completa; no podría alcanzar a la demostración. Ni tampoco aquellas proposiciones que sirven para verificar el sistema inductivamente son más obvias y más evidentes por sí mismas que las proposiciones de las cuales son deducidas. Por ejemplo, en el riguroso sistema deductivo desarrollado en los *Principia mathematica,* la proposición $m \times n = n \times m$ requiere más que un volumen para su demostración. [20] Pero esta proposición no se hace más *obvia* como resultado de la demostración. Ciertamente, podría dudarse de algunos de los axiomas empleados en la

[19] Por supuesto, a menos que algunas leyes generales de las matemáticas hubiesen sido *supuestas,* los científicos no habrían podido construir el sistema conocido como física. Pero el hecho de que las proposiciones físicas puedan ser verificadas (aun suponiendo que esta verificación sea *exacta*) no nos permite *deducir de tales proposiciones* ningunas leyes generales de las matemáticas. Podríamos expresar esto diciendo que lo particular no implica lo general.

[20] Proposición * 113.27. (*Op. cit.*, II, p. 103.)

demostración. La demostración, sin embargo, ayuda a verificar los supuestos sobre los cuales se basa la deducción.[21]

Si el desarrollo riguroso de un sistema deductivo no conduce al descubrimiento de premisas incontrovertibles por medio de las cuales puedan ser probadas conclusiones; si, por el contrario, se requiere una deducción complicada a fin de demostrar perogrulladas obvias, podría pensarse que tal sistema deductivo tiene muy poca significación. Eso, sin embargo, sería un error. No es como *método de prueba* que el desarrollo deductivo es importante, sino como *método de análisis*. El método de *Principia mathematica* no se utiliza *por la finalidad en sí misma de probar que* $m \times n = n \times m$, sino a fin de analizar la naturaleza de las entidades implicadas, de exhibir sus relaciones de una manera ordenada y de determinar exactamente qué es lo que *puede* ser demostrado. El método intenta, pues, descubrir *todos* los axiomas que se emplean y mostrar cuáles de ellos deben ser supuestos como proposiciones primitivas y cuáles pueden ser demostrados a partir de éstos; entonces se deducen *todas* las consecuencias que se desprenden de los axiomas y conceptos iniciales. El método parte, pues, de un sistema generalmente aceptado —la aritmética o la geometría, por ejemplo— y procede retroactivamente, analizando las premisas empleadas. Entraña así un riguroso análisis de las nociones fundamentales. En el curso de este procedimiento analítico se ha descubierto que las matemáticas ordinarias emplean axiomas que pueden ser deducidos, dentro del sistema, a partir de proposiciones lógicamente más simples. Ha quedado demostrado también que muchas pruebas en sistemas tradicionales han adolecido de falta de rigor. Un ejemplo obvio de esto lo constituye el sistema de Euclides. Basta una simple ilustración. La primera proposición no puede ser establecida por medio de los axiomas.[22] Al construir un triángulo equilátero sobre una base dada, Euclides supone que los dos círculos utilizados se intersectarán. Pero su sistema no contiene un axioma explícito a tal efecto, de suerte que la demostración fracasa. Es indudable que Euclides se daba por satisfecho debido a que construía *figuras* sobre una superficie plana, lo cual le daba el resultado requerido. Pero el empleo de figuras implica que se recurre a la intuición; por lo tanto la deducción no es *lógica*. Produce *obviedad*, pero no *de-*

[21] *Cf. op. cit.*, I, *Prefacio*: "En las matemáticas, el mayor grado de autoevidencia no se encuentra por lo común muy al principio, sino en algún punto más adelante; por lo tanto, las primeras deducciones, hasta que llegan a este punto, más bien dan razones para creer las premisas porque de ellas se derivan consecuencias verdaderas, que para creer las consecuencias porque éstas se derivan de las premisas" (p. v). *Cf.* más *adelante*, pp. 547-48.

[22] La primera proposición de Euclides es un *Problema*: Describir un triángulo equilátero sobre una línea recta finita dada. El método de construcción es, dada la línea recta AB, describir un círculo con centro A, radio AB; y otro círculo con centro B, radio BA. Euclides supone que estos círculos se intersectarán.

mostración. Al construir un sistema deductivo, no preguntamos si obtendremos un resultado dado cuando construimos algo *perceptible*; preguntamos si la proposición *se desprende solamente de los axiomas y las definiciones*. Si los axiomas son verdaderos, entonces las proposiciones demostradas serán verdaderas. Pero lo correcto de la demostración es independiente de la verdad o falsedad de los axiomas. Es, ciertamente, *carente de significado* preguntar si los axiomas o las proposiciones primitivas son *verdaderos*. Pueden usarse en una forma conducente a resultados que puedan ser *interpretados* de tal manera que los haga verdaderos o falsos. Pero, aparte la interpretación, el problema de la verdad no se presenta.

Puesto que los axiomas no son dados como verdaderos en el sentido de que se supone que son obtenidos por medio de la *intuición*, es decir, mediante el recurso a la aprehensión inmediata de entidades perceptibles y sus relaciones, la elección de las proposiciones iniciales de un sistema deductivo es ilimitada. En la práctica, la selección de los conceptos primitivos y de las proposiciones primitivas está determinada por el punto de partida. Como indicamos anteriormente, el punto de partida real no será lógicamente primitivo sino que dependerá de la aceptación de algún sistema generalmente reconocido. El análisis de este sistema conducirá al supuesto de que un conjunto de elementos tienen ciertas propiedades. De esta manera se obtendrán los conceptos primitivos. Se supondrá que ciertas relaciones rigen entre estos elementos. Éstas producirán las proposiciones primitivas. Así, en lugar de afirmar "Este elemento A tendrá la propiedad Φ", suponemos la hipótesis "Si el elemento A tiene la propiedad Φ", y así sucesivamente. Procediendo en esta forma, probamos que tal o cual conjunto de elementos tienen las propiedades requeridas a fin de demostrar el sistema que nos ocupa, por ejemplo, la geometría euclidiana. Diferentes conjuntos de proposiciones primitivas pueden producir resultados que admitan la misma interpretación. Pero lo correcto de la demostración es, como hemos visto, independiente de esta interpretación. Por lo tanto, nos vemos llevados a considerar los conceptos primitivos como *símbolos* que no son definidos pero sobre los cuales podemos operar por medio de las proposiciones primitivas. La falta de una interpretación *determinada* es compensada por la *generalidad* aumentada del sistema. El sistema es puramente *formal*, independiente de cualquier cuestión de hecho a la que pueda ser aplicable. Tal sistema constituye un esquema deductivo que puede ser aplicado a diversos objetos siempre que sean capaces de verificar los conceptos primitivos y las proposiciones primitivas. Puesto que los símbolos no representan objetos determinados sino *cualesquiera objetos que tengan ciertas propiedades formales*, se alcanza el máximo grado de generalidad.[23]

[23] *Cf.* POINCARÉ, *Science et hypothèse*, p. 32: "Les mathématiciens n'étudient pas des objets, mais des relations entre les objets; il leur est donc indif-

La selección de las proposiciones primitivas no es puramente arbitraria. Deben bastar para producir los resultados requeridos y deben ser mutuamente consecuentes. Un conjunto de conceptos primitivos y de proposiciones primitivas serán suficientes si es posible definir todos los conceptos y demostrar todas las proposiciones que ocurren en el sistema de términos de estos conceptos iniciales y por medio de estas proposiciones iniciales. Para establecer la consecuencia mutua de las proposiciones iniciales, es necesario interpretar los conceptos indefinidos a fin de determinar si las proposiciones primitivas serán verdaderas cuando se las interprete así. Tal interpretación produce un teorema de existencia, el cual afirma que hay objetos que tienen las propiedades establecidas en las definiciones.[24] Es deseable, además, que las proposiciones primitivas sean *independientes*. Una proposición primitiva es independiente cuando no puede ser derivada lógicamente de cualquiera de las otras proposiciones primitivas o de cualquiera combinación de ellas. Para establecer la independencia de las proposiciones primitivas, es necesario seleccionar cada una en turno y mostrar que las restantes proposiciones primitivas pueden ser combinadas con la contradictoria de la proposición seleccionada de manera que produzca un conjunto consecuente. Si es posible interpretar los conceptos indefinidos de tal manera que todas excepto una de las proposiciones sean verificadas, entonces esa proposición es independiente del resto. Lo ideal es seleccionar el menor número posible de proposiciones primitivas. Tal selección satisface una preferencia estética por la elegancia y la sencillez. Una distinción clara entre una proposición primitiva y un teorema —o sea, una proposición demostrada por medio de proposiciones primitivas— depende de la completa independencia del conjunto de proposiciones primitivas. Es posible que haya diferentes sistemas deductivos en los que las proposiciones primitivas de uno sean teoremas en el otro. Las características de cualquier sistema dado estarán completamente determinadas por las propiedades lógicas de las relaciones dadas en las proposiciones primitivas.

Es importante comprender el papel que desempeña la *definición* en un sistema deductivo. Desde el punto de vista estrictamente lógico, la definición es "la asignación de un nombre breve a un complejo extenso de ideas".[25] Tales definiciones son *nominales*; lo que se de-

férent de remplacer ces objets par d'autres, pourvu que les relations ne changent pas. La matière ne leur importe pas, la forme seule les intéresse."

[24] *Cf.* WHITEHEAD, *The axioms of projective geometry*, p. 3: "De acuerdo con la 'ley de la contradicción' lógica, un conjunto de entidades no puede satisfacer axiomas inconsecuentes. De tal suerte, el teorema de existencia para un conjunto de axiomas prueba su consecuencia. Éste es, al parecer, el único método posible de prueba de consecuencia. Pero las únicas pruebas rígidas de teoremas de existencia son aquellas que son deducciones de las premisas de la lógica formal. De tal suerte, no puede haber ninguna prueba formal de la consecuencia de las propias premisas lógicas."

[25] *Cf.* WHITEHEAD, *Ibidem*, pp. 2-3.

fine es un *símbolo*. Desde este punto de vista, las definiciones son conveniencias simbólicas. Pero siempre que surja el problema de la interpretación, la selección de los conceptos que han de ser definidos es de la mayor importancia, puesto que esta selección determinará la naturaleza del sistema.[26] Así, pues, como señala el profesor Whitehead, "si abandonamos el punto de vista estrictamente lógico, se ve en seguida que las definiciones —aunque en la forma siguen siendo la mera asignación de nombres— son la parte más importante del asunto". Para hacer la selección más adecuada para producir un sistema deductivo susceptible de interpretaciones importantes, se requiere esa comprensión profunda que llamamos genio matemático.

La completa generalidad de un sistema deductivo se debe al hecho de que las proposiciones primitivas no determinan un conjunto único de objetos. Cuando se pueden construir tales sistemas deductivos, es posible desarrollar una parte de varias ciencias abstractas al mismo tiempo. De esta manera, el aumento de la generalidad ayuda al desarrollo de la ciencia.[27]

§ 5. *El sistema de proposiciones y clases*

El intento de generalizar la lógica condujo a un desarrollo doble. Por una parte, se hizo un intento para suministrar un cálculo del razonamiento; por la otra, para analizar las relaciones lógicas propias de un sistema deductivo. Un cálculo es un *instrumento* para el razonamiento. Su propósito consiste en economizar pensamiento por medio de la creación de un método mecánico para obtener resultados, los cuales pueden ser luego *interpretados* en una forma análoga a aquella en que puede interpretarse una ecuación matemática. Un cálculo de esa índole puede tener un gran valor. Economizar pensamiento no es desperdiciar tiempo. Por medio de tal economía pueden hacerse grandes descubrimientos que, de otro modo, estarían fuera del alcance de las mentes finitas.[28] Como cuestión de hecho histórico, los recientes trabajos sobre los fundamentos lógicos de las matemáticas se han derivado del intento de desarrollar un cálculo lógico. Este desarrollo se ha producido en esta forma. Para obtener un cálcu-

[26] *Cf.*, capítulo XXII, p. 498 más adelante.

[27] Para una discusión más amplia de diferentes conjuntos de proposiciones primitivas, el estudiante puede referirse a: *Transactions of the American Mathematical Society;* E. V. HUNTINGDON: "Sets of independent postulates for the algebra of logic" (1904), y "A set of postulates for real algebra" (1905).

[28] A cualquiera que ponga en duda el valor de un cálculo se le puede invitar a que conteste la sencilla pregunta: ¿Qué personas no son los descendientes de aquellos que no son mis antepasados? De Morgan mostró por medio de este ejemplo cuán sumamente difícil resulta contestar preguntas muy simples en la lógica de las relaciones sin la ayuda de alguna forma de cálculo.

lo debe emplearse un simbolismo bien definido. Las ambigüedades del lenguaje ordinario lo hacen inadecuado para este propósito. Es necesario utilizar símbolos ideográficos que representen conceptos y las relaciones entre ellos *directamente*. A fin de que las conclusiones sean extraídas con la máxima economía de pensamiento, es necesario utilizar reglas de transformación de fórmulas análogas a las que se emplean en el álgebra ordinaria. En esta forma, un proceso casi mecánico de cálculo toma el lugar del razonamiento. Debido al empleo de reglas exactas de transformación y de símbolos ideográficos cada uno de los cuales esté bien definido, todas las premisas del razonamiento son explícitamente enunciadas. De tal suerte, el desarrollo de un cálculo preparó el camino para el análisis de los sistemas deductivos.

Los primeros intentos de construir un cálculo lógico se basaron en la analogía del procedimiento matemático ordinario. En consecuencia, se subrayaron las analogías matemáticas y se utilizaron símbolos matemáticos para expresar las relaciones. Esta analogía ha sido desfortunada en algunos aspectos, pero no hay duda de que ayudó a los primeros intentos de los lógicos por generalizar los procesos de la lógica, debido a la familiaridad de aquéllos con la notación matemática. Sin embargo, representó un obstáculo por lo que se refiere al problema del análisis. Así Frege, en su indagación de los fundamentos de la aritmética —en la que planteó el problema de si su base es empírica o puramente lógica— se vio llevado a poner un mayor énfasis en las *diferencias* que en las *analogías* entre las matemáticas ordinarias y aquella generalización de la lógica que ahora recibe comúnmente el nombre de *lógica matemática*. Un teorema matemático es una proposición, y una prueba matemática es un conjunto de proposiciones relacionadas. Investigar las condiciones de tal prueba equivale a analizar las relaciones lógicas a fin de determinar sus propiedades. En este análisis es preciso hacer distinciones sutiles que son *prematemáticas*, para usar una conveniente expresión de Johnson. Consecuentemente, Frege y Peano, a quienes se debe la iniciación de los trabajos modernos sobre los fundamentos de las matemáticas, utilizaron símbolos ideográficos de una forma diferente de la de aquellos que se utilizan en el álgebra ordinaria.[29] De este modo, subrayaron más bien el aspecto del análisis lógico que el del cálculo.

Consideraremos el cálculo sólo en la medida en que arroje luz sobre el proceso de la generalización de la lógica. Como dice Russell: "La lógica simbólica, considerada como un cálculo, tiene indudablemente mucho interés por sí misma; pero, en nuestra opinión, este aspecto ha recibido hasta ahora demasiado énfasis a expensas del aspecto en el que la lógica simbólica es meramente la parte más elemental de las matemáticas y el prerrequisito lógico de todo lo demás".[30]

[29] Para un examen más amplio de Frege y Peano, véase capítulo XXV, § 2.
[30] *Principia mathematica*, p. 115

Existen analogías obvias entre el sistema de proposiciones y el sistema de clases. La relación más fundamental entre las proposiciones es la *implicación*; la relación más fundamental entre las clases es la *inclusión*. Las propiedades lógicas de estas dos relaciones son las mismas. Por lo tanto, la *equivalencia lógica* de las proposiciones y la *igualdad* de las clases tienen las mismas propiedades formales. De aquí que, hasta cierto punto, un sistema construido con elementos relacionados por una relación indefinida que tenga estas propiedades pudiera ser interpretado lo mismo como un sistema de proposiciones que como un sistema de clases. Pero hay aspectos importantes en los que se rompe el paralelismo. Así, como observa Russell: "La afinidad simbólica de la lógica proposicional y la lógica de clase es una especie de trampa, y tenemos que decidir a cuál de las dos vamos a hacer fundamental." [31] No puede haber duda de que el sistema proposicional es más fundamental. Esto se advierte cuando se considera la distinción entre una *operación* y una *relación*. Una operación es un proceso ejecutado sobre algo y que produce cierto resultado. Así, si se le añade 3 a 6, la operación de la *adición* es ejecutada y rinde el resultado 9. Este resultado es también un número. Podría reemplazar a 3 o a 6 en cualquier función proposicional acerca de *todos* los números. Esto podría expresarse al decir que el *resultado de una operación* puede ser sustituido significativamente en cualquier fórmula en que ocurran los elementos de la operación. Así, pues, los símbolos matemáticos +, —, ×, simbolizan operaciones. Al aprender las tablas de multiplicación, o al aprender a sumar nuestras cuentas, estamos aprendiendo cómo ejecutar operaciones. Una relación es muy distinta de una operación. La conexión de dos elementos por una relación no produce un resultado del mismo tipo que los elementos relacionados. Por ejemplo, la relación entre clases produce una *proposición*, no una clase. Un sistema deductivo es generado por *relaciones* lógicas, no por operaciones.

A pesar del hecho de que el sistema de proposiciones es más fundamental, consideraremos en primer lugar el sistema de clases. La razón de este procedimiento se encuentra en el desarrollo histórico de la lógica generalizada a partir del cálculo. El cálculo fue elaborado primero para las clases y después fue *interpretado* para podérselo aplicar a las proposiciones. Ciertas peculiaridades en la forma en que los sistemas deductivos han sido desarrollados son más fácilmente aprehensibles para el estudiante si se las aborda a través del sistema de clases. La extensión de una clase es una idea familiar, de modo que la interpretación extensional de las clases no ofrece mayores dificultades. Pero la interpretación extensional de las proposiciones no es fácilmente aprehensible para el principiante. Por esta razón adoptamos un método de tratamiento que no es del todo satisfactorio desde el punto de vista lógico.

En el sistema de clases comenzamos con un concepto no analizado

[31] *Principles of mathematics*, p. 12.

de una clase, o sea, de un conjunto de individuos llamados *miembros de* la clase. Hacemos los siguientes supuestos:

(1) Hay una clase de todos los individuos posibles, llamada el "universo". El *universo* será simbolizado por | .

(2) Hay una operación de selección de individuos que produce el resultado de una clase de la cual todos los individuos son miembros.

(3) Cualquier clase puede ser seleccionada a partir de | .

(4) Las clases pueden ser combinadas.

(5) Cualquier combinación de clases es una clase.

En este punto hacemos una pausa para indagar lo que ya sabemos por lo que toca a los modos en que pueden ser combinadas las clases. Debe observarse que estos modos de combinación son las operaciones que ejecutamos sobre las clases. De aquí el supuesto (5). En nuestros supuestos, hemos supuesto un solo modo de combinación, a saber, la operación de *seleccionar* clases. Esto no bastaría para la construcción de un sistema. Pero hay un número infinito de modos de combinación que sí bastarían. ¿Cómo, pues, vamos a elegir los modos que hemos de suponer? La respuesta, en la práctica, es que escogemos aquellos modos que produzcan sistemas susceptibles de ser interpretados de suerte que sean aplicables al mundo real. Indudablemente, esto es un accidente del empeño del lógico, como pensador, para adquirir un conocimiento del mundo real. El hecho de que es posible construir sistemas que no tienen ninguna interpretación real, muestra que, desde el punto de vista lógico, todo lo que tiene que ser considerado son las formas y las relaciones lógicas, haya o no haya de ser interpretado el sistema. Pero Euclides no hubiese construido su sistema geométrico si no hubiese empezado con intuiciones espaciales. Así como el lógico parte de un conocimiento de los modos de combinación que son capaces de producir resultados interpretables, del mismo modo el estudiante comprenderá mejor cómo puede construirse un sistema mediante la consideración, en primer término, de las operaciones que ya son familiares.

Comenzaremos, pues, con algunos ejemplos familiares de selección y combinación de clases. Del universo de individuos posibles seleccionamos todos aquellos que son *políticos*. De la clase de los *políticos* seleccionamos aquellos que son *hidalgos*. La clase resultante de estas dos operaciones sucesivas es la clase de los *políticos hidalgos*, es decir, la clase de todos aquellos que son *tanto políticos como hidalgos*.

Seleccionamos del universo todos aquellos que son *políticos*; seleccionamos también aquellos que son *poetas*. Combinamos la clase de los *políticos* con la clase de los *poetas*. La clase resultante es la clase de todos aquellos que *o bien son políticos o bien son poetas*.

Seleccionamos del universo todos los individuos *excepto los políticos*. La clase resultante es la clase de todos aquellos que *no son políticos*.

Estos modos familiares de combinación entrañan *conjunciones lógicas*. Éstas pueden resumirse de la siguiente manera: usando α, β para representar *cualesquiera* clases:

(i) La clase *sin* α, es decir, no-α, simbolizada por $\bar{\alpha}$.

(ii) La clase α *y* β, es decir, αβ.

(iii) La clase α *o* β.

Existen analogías obvias entre estas operaciones sobre las clases y las operaciones matemáticas de la *sustracción*, la *multiplicación* y la *adición*. La operación de seleccionar la clase *sin* α es análoga a la sustracción. La operación que produce α *o* β es análoga a la adición; por lo tanto, la clase resultante es llamada la suma lógica de α y β.[32] La operación que produce αβ es análoga a la multiplicación; por lo tanto, la clase resultante es llamada el *producto lógico* de α y β.

Puesto que α, β han de representar *cualesquiera* clases, y puesto que uno de nuestros supuestos fundamentales es que cualquier combinación de α con β produce una clase, se desprende que αβ, α+β, deben ser clases, no importa qué miembros tenga α o tenga β. Supóngase, por ejemplo, que α es la clase de los *hidalgos* y β la clase de los *basureros*; entonces αβ es la clase de los *hidalgos basureros*. Pero no hay ningún individuo que sea al mismo tiempo hidalgo y basurero; por lo tanto, los *hidalgos basureros* son una clase que no tiene miembros. De una clase así se dice que es vacía; se le da el nombre de *clase nula*. Podría objetarse que el que no haya hidalgos que sean basureros es una característica accidental del mundo hasta nuestros días, y que una revolución gilbertiana podría darle miembros a esta clase. Sería fácil, sin embargo, encontrar ejemplos a los que no se les podría oponer esa objeción. Por ejemplo, la clase de los *cuadrados* no tiene miembros en común con la clase de los *círculos*; por lo tanto, su producto lógico, *círculos cuadrados*, es una clase vacía; es la clase nula. La clase nula es simbolizada por 0.

La clase de los *círculos* combinada por la conjunción disyuntiva *o* con los hidalgos basureros, produce la clase *círculos o hidalgos basureros*. Esto es lo mismo que la clase de los *círculos*, puesto que la clase de los *hidalgos basureros* no tiene miembros; así, la clase que

[32] Pero, puesto que "o" no ha de interpretarse *exclusivamente*, la analogía con la adición matemática no es exacta. No hay operación inversa de *sustraer* β de α, puesto que α y β pueden tener miembros comunes. Más aún, α *o* α produce α. El análogo propio de la sustracción es la selección de α *del universo*, lo cual nos deja la clase no-α. De consiguiente, esto se simboliza a veces con "— α", pero actualmente por lo general se escribe $\bar{\alpha}$. En el sistema de Boole, "o" se interpreta exclusivamente, y es así un inverso propio de la sustracción.

consiste en todos y cada uno de los miembros de *círculos*, junto con todos y cada uno de los miembros de *hidalgos basureros*, es la clase de los círculos.

La clase de los *círculos* combinada por la conjunción copulativa *y* con la clase de los *círculos cuadrados*, es la clase nula, puesto que la clase que consiste en todos y cada uno de los individuos que son *un círculo y un círculo cuadrado al mismo tiempo* no tiene miembros.

Estos resultados pueden ser expresados dándoles a los símbolos $+$ y $\times$ las interpretaciones matemáticas ordinarias, en forma generalizada, con α representando cualquier clase que no sea vacía y 0 la clase nula.

(i) $\alpha + 0 = \alpha$.

(ii) $\alpha \times 0 = 0$.

O sea: (i) Lo que es o bien α o bien nada, es α.

(ii) Lo que es α y nada al mismo tiempo, es nada.

Ahora introducimos la relación *está incluida en*, que por el momento consideraremos indefinida. Con su ayuda podemos dar una definición precisa de la suma lógica y del producto lógico de cualesquiera dos clases.

El *producto lógico* de dos clases es la clase incluida en cada una y que incluye a toda clase incluida en ambas.

La *suma lógica* de dos clases es la clase que incluye a cada una y que está incluida en toda clase que incluye a ambas.

De la definición de la suma lógica se desprende que la clase nula está incluida en la clase α, sea lo que fuere α. Es decir, que la clase nula está incluida en toda clase. Este resultado no es familiar, y por lo tanto puede parecer absurdo. Pero es una consecuencia del hecho de que estamos interpretando las clases *extensionalmente*. Por ejemplo, por la clase de los *basureros* significamos *aquellos individuos que son basureros*; no significamos lo que algunas veces se llama el *concepto-clase basurero*. Puesto que la clase nula —o sea, *la clase sin miembros*— es considerada extensionalmente, se desprende que hay sólo *una* clase nula.

La relación *está incluida en* es transitiva y no-simétrica, puesto que, si α está incluida en β, no se desprende que haya ningún miembro de β que no sea α. En otras palabras, α y β pueden ser coextensivas o pueden no serlo. Será conveniente simbolizar *está incluida en* mediante $<$. Entonces los resultados que hemos obtenido respecto de la *clase nula* —es decir, la clase que no tiene miembros— y *el universo* —o sea, la clase de todos los miembros posibles de cualquier clase— pueden resumirse de la siguiente manera:

1. $0 < \alpha$, o sea, la clase nula está incluida en toda clase.

2. $0<0$, o sea, la clase nula está incluida en la clase nula.

3. $\alpha<1$, o sea, cualquier clase está incluida en el universo.

4. $1<1$, o sea, el universo está incluido en el universo.

La combinación de proposiciones puede efectuarse de una manera análoga a la combinación de clases. Empezaremos nuevamente con ejemplos familiares de combinación, y después consideraremos si es posible definir algunos de estos modos de combinación en términos de otros modos.[33]

Comenzaremos con los conceptos no analizados de: (i) una proposición, (ii) afirmación de una proposición.

Formulamos los siguientes supuestos:

(1) Cualquier proposición puede ser afirmada.[34]

(2) Las proposiciones pueden ser combinadas.

(3) Cualquier combinación de proposiciones es una proposición.

Hay una relación familiar *no* por medio de la cual, de una proposición dada *p* podemos obtener otra proposición *no-p*. La proposición *no-p* será llamada la contradictoria de *p*.[35]

Tres modos de combinar dos o más proposiciones son familiares, a saber, los modos de combinar por medio de las relaciones lógicas *y, o, implica*. Así, dadas cualesquiera dos proposiciones, hay una tercera proposición que consiste en su afirmación simultánea, es decir, la afirmación de las dos juntas. Esta proposición se deriva de la combinación de *p, q* por medio de la conjunción copulativa *y*, lo cual produce *p y q*. La afirmación simultánea de *p* y *q* puede carecer de significado de una manera análoga al producto lógico de dos clases, que produce la clase nula. Asimismo, dadas dos o más proposiciones, hay una tercera que consiste en su afirmación alternativa. Esta proposición se deriva combinando *p, q* mediante *o*, que produce la proposición individual *p o q*. Asimismo, dadas dos o más proposiciones, hay una tercera proposición que afirma que una de estas proposiciones implica la otra. Es decir, que dada cualquier proposición *p*, hay otra proposición *q* tal que *p implica q*.

Estos modos de combinación son llamados *funciones* de las proposiciones así combinadas, y la derivación de una proposición por medio

[33] Debe recordarse que, al seguir este modo de procedimiento, nuestro propósito no es *construir* un sistema deductivo, sino exhibir la manera en que podría sugerirse la posibilidad de construir tal sistema. Por esta razón empezamos con lo que es *obvio*, no con lo que es lógicamente *simple*, y entonces procedemos a *enunciar* principios formales sin intentar la prueba precisa.

[34] Decir "*p* es afirmada" equivale a "*p* es verdadera".

[35] Negar *p* equivale a "*p* es falsa".

de *no* es llamada una función de la proposición original. Ahora podemos resumir estas cuatro funciones, añadiendo nombres y símbolos apropiados.[36]

Relación lógica	*Función*	*Simbolizada por*
(1) No	negación o contradicción	$\sim p$
(2) o	adición o disyunción	$p \vee q$
(3) y	multiplicación o conjunción	$p \cdot q$
(4) implica	implicación	$p \supset q$

No es necesario considerar todos los modos de combinación como modos *indefinidos*. Dada la *negación*, podemos definir la *disyunción* si suponemos la conjunción; a la inversa, podemos definir la *conjunción* si suponemos la disyunción; finalmente, podemos definir la *implicación* si suponemos la conjunción o la disyunción.

(I) Comenzamos considerando la *disyunción como indefinida* y definimos a (3) y a (4) en términos de negación y disyunción.

$$\text{(i)}\quad p \cdot q \cdot = \cdot \sim(\sim p \vee \sim q)\ Df.$$

Esto puede leerse como: " 'es falso que o bien *p* es falsa o bien *q* es falsa' sea la equivalente definida de '*p* y *q*' ".

$$\text{(ii)}\quad p \supset q \cdot = \cdot \sim p \vee q\ Df.$$

Esto puede leerse como: " '*p* implica *q*' es la equivalente definida de 'o bien *p* es falsa o bien *q* es verdadera' ".

(II) Considerando la *conjunción como indefinida*, definimos a (2) y a (4) en términos de negación y conjunción.

$$(a)\quad p \vee q \cdot = \cdot \sim(\sim p \cdot \sim q)\ Df.$$

Esto puede leerse como: " '*p* o *q*' es la equivalente definida de 'es de 'es falso que *p* sea verdadera y *q* sea falsa' ".

$$(b)\quad p \supset q \cdot = \cdot \sim(p \cdot \sim q)\ Df.$$

Esto puede leerse como: " '*p* implica *q*' es la equivalente definida de 'es falso que *p* sea verdadera y *q* sea falsa' ".

Puesto que cualquier proposición puede ser verdadera o puede ser

[36] Nosotros utilizamos el simbolismo de *Principia mathematica*, pero debe observarse que podríamos usar + para disyunción, × para conjunción, y por lo tanto los nombres "adición", "multiplicación". El modo *disyuntivo* de combinación es lo que hemos llamado en el capítulo VII la "forma *alternativa*". Es muy deplorable que el nombre "disyunción" haya ganado la preferencia de los lógicos simbólicos.

falsa, hay cuatro posibilidades respecto de la verdad o la falsedad de p y q. Estas posibilidades son:

(1) p verdadera q verdarera.
(2) p verdadera. q falsa.
(3) p falsa. q verdarera.
(4) p falsa. q falsa.

Cualquier modo de combinación debe excluir cuando menos una de estas cuatro posibilidades. Vemos que

$p \cdot q$ excluye a (2), (3), (4);
$p \vee q$ excluye a (4);
$p \supset q$ excluye a (2)

Se descubre que es simbólicamente conveniente tomar la negación y la *disyunción*, no la negación y la *conjunción*, como los conceptos indefinidos. Más adelante trataremos las consecuencias de la definición I (ii). Ésta debe ser contrastada con II (*b*).

A la conjunción de dos (o más) proposiciones se le llama *producto lógico* de las proposiciones en cuestión; las proposiciones así conjuntadas pueden ser llamadas *factores* de la operación de multiplicación. Puede haber cualquier número de factores.

A la disyunción, o alternación, de dos (o más) proposiciones se le llama *suma lógica* de las proposiciones en cuestión; las proposiciones así disyuntadas pueden ser llamadas *sumandos* en la operación de adición. Puede haber cualquier número de sumandos.

El producto lógico de las dos proposiciones es su afirmación *simultánea*, o sea, *ambas son verdaderas*. Esto puede definirse, análogamente a la definición del producto lógico de dos clases, de la siguiente manera: *El producto lógico* de dos proposiciones es una proposición que implica y es implicada por toda proposición que implica a ambas.

La suma lógica de dos proposiciones es su afirmación *alternativa*, o sea, *cuando menos una es verdadera*. Esto puede definirse, análogamente a la definición de la suma lógica de dos clases, de la siguiente manera: *La suma lógica* de dos proposiciones es la proposición implicada por cada una de ellas y que implica toda proposición implicada por ambas.

Ahora enunciaremos ciertos principios formales que rigen tanto en lo que se refiere a la relación entre las clases como a la relación entre las proposiciones. Utilizaremos un símbolo indefinido —< que puede ser interpretado ya sea como como "implica", en cuyo caso los elementos relacionados serán proposiciones, o como "está incluida en", en cuyo caso los elementos relacionados serán clases. Estos elementos serán simbolizados por A, B, C, que representan indiferentemente clases o proposiciones. Cuando deseemos subrayar una interpretación más bien que la otra, emplearemos α, β, γ para la primera, y p, q, r para la segunda, como hicimos anteriormente. Simbolizare-

mos los productos lógicos mediante simples yuxtaposiciones de los elementos, es decir, "AB" representa "Ambas A y B"; simbolizaremos la suma lógica mediante +. Simbolizaremos la negación mediante una raya sobre la letra, es decir, "$\bar{A}$" representa "no-A". Donde sea conveniente, usaremos paréntesis para mostrar que dos o más elementos deben ser tomados como un solo elemento compuesto, por ejemplo: "(A + B)" muestra que la suma lógica de A y B debe ser considerada como un solo elemento. La negación de un elemento compuesto como ése será expresada por una raya sobre el paréntesis, por ejemplo: $\overline{(A + B)}$.

Algunas veces se advertirá que es conveniente expresar estos principios como *igualdades*. La igualdad puede ser definida de la siguiente manera:

$$A = B \,.=.\, (A \prec B)\ (B \prec A)\ \mathrm{Df.}$$

Debe observarse que en la interpretación proposicional el símbolo de igualdad "=" es reemplazado por el símbolo de equivalencia lógica "≡". [37]

PRINCIPIOS FORMALES

1. *Principio de la identidad*

$A \prec A.$

2. *Principio de la conmutación*

(i) $AB \prec BA.$

(ii) $A + B \prec B + A.$

3. *Principio de la asociación*

(i) $(AB)C \prec A(CB).$

(ii) $(A + B) + C \prec A + (B + C).$

Debe observarse que, puesto que las definiciones de adición y multiplicación no implican ninguna determinación del orden en que han de combinarse los elementos, estas relaciones son simétricas. En consecuencia, los tres susodichos principios son obvios. No intentamos probarlos aquí. [38]

[37] Véase capítulo VIII.

[38] El estudiante que desee proseguir el examen de este tópico debe consultar a COUTURAT, *Algebra of logic*.

4. *Principios de la distribución*

(i) A(B + C) —< AB + AC.

(ii) AB + C —< (A + C) (B + C).

Este principio conecta la multiplicación con la adición. Debe observarse que (ii) no rige para el álgebra ordinaria, en tanto que (i) y los tres primeros principios sí rigen.[39] Así, 4 (ii) es un principio diferenciador de un cálculo lógico. Como una ilustración de este principio podemos tomar las tres *clases* de *eruditos, ministros del gabinete* y *pares del reino*. Entonces (i) está ejemplificado en: Todos los eruditos que son o bien ministros del gabinete, o bien pares del reino, están incluidos en la clase de aquellos que son o bien eruditos y ministros del gabinete, o bien eruditos o pares del reino. También (ii) está ejemplificado en: Todos aquellos que son o bien eruditos y ministros del gabiente, o bien pares del reino, están incluidos en aquellos que son o bien eruditos o bien pares del reino, y son también ministros del gabinete o pares del reino.

5. *Principio de la tautología*[40]

AA —< A.

La clase que consiste en *eruditos y eruditos* es claramente la misma que la clase de los eruditos.

6. *Principio de la simplificación*

(i) AB —< A.

(ii) A —< A + B.

Así, $p \, . \, q \, . \supset . \, p$. Es decir, el producto lógico de dos proposiciones implica cualquiera de los factores tomados individualmente. Asimismo, $p \, . \supset . \, p \vee q$. Es decir, cualquier proposición implica la suma lógica de sí misma y cualquier otra proposición. De tal suerte, siempre podemos añadir al implicado de una proposición cualquier número de alternativas sin afectar la validez de la implicación. Siempre pode-

[39] Hay álgebras no-conmutativas para las cuales no rige el segundo principio. Mientras la base de la aritmética, y por lo tanto del álgebra, se funde en nuestras intuiciones por lo que se refiere al *contaje*, las álgebras no-conmutativas parecerán absurdas; del mismo modo que, mientras los axiomas geométricos se basen en nuestras intuiciones del espacio, las geometrías no-euclidianas parecerán absurdas. Estos principios formales son para el álgebra lo que los axiomas euclidianos para la geometría.

[40] Véase W. E. JOHNSON, I, p. 30. Johnson señala que el principio de la tautología (que él llama la "ley reiterativa") indica que el contenido de lo que se afirma no es afectado por ninguna *re*-afirmación".

mos prescindir de una de dos (o más) proposiciones afirmadas simultáneamente y afirmar el resto. Este principio permite la simplificación de un argumento al prescindir de una proposición que no es necesaria para un propósito dado. Es fácil advertir que el principio rige cuando los elementos son clases. Bastará una ilustración de (ii). La clase de la *gente inteligente* está incluida en la clase de aquellos que son *o bien inteligentes o bien socialistas.*

7. *Principio de la absorción*

(i) $A + AB \mathrel{-\!\!<} A.$

(ii) $A(A + B) \mathrel{-\!\!<} A.$

Por ejemplo, (i) *Aquellos que son inteligentes o son al mismo tiempo inteligentes y socialistas* están incluidos en *aquellos que son inteligentes.* (ii) *Aquellos que son musicales y también son o bien musicales o bien irritables* están incluidos en *aquellos que son musicales.*

Debe observarse que "$A \mathrel{-\!\!<} B$" expresa una *proposición,* independientemente de lo que A y B puedan representar, puesto que $\mathrel{-\!\!<}$ es una relación. Si A y B son interpretadas como representativas de *clases,* entonces "$\mathrel{-\!\!<}$" debe interpretarse como "está incluida en". Si A y B son interpretadas como representativas de *proposiciones,* entonces "$\mathrel{-\!\!<}$" debe interpretarse como "implica". Los demás principios tienen que ver con implicaciones entre proposiciones relativas a inclusiones de clase, o con implicaciones entre proposiciones relativas a implicaciones. Por lo tanto, en ambos casos la relación principal es una relación de implicación. Por esa razón, usaremos $\supset$ para expresar estos principios, diferenciando entre la interpretación de clase y la interpretación proposicional mediante el uso de $<$ para representar "está incluido en".

8. *Principio de la composición*

(i) $\alpha<\beta\cdot\alpha<\gamma\cdot\supset:\alpha<\beta+\gamma.$

$p\supset q\cdot p\supset r\cdot\supset:p\cdot\supset\cdot q\cdot r.$

(ii) $\beta<\alpha\cdot\gamma<\alpha\cdot\supset:\beta+\gamma<\alpha\cdot$

$p\supset q\cdot r\supset q\cdot\supset:p\vee r\cdot\supset\cdot q.$

Las dos formas de este principio pueden ser ilustradas, con referencia a las clases, de la siguiente manera: (i) Si los *pedantes* están incluidos en los *eruditos,* y los *pedantes* están incluidos en los *sabihondos,* entonces los *pedantes* están incluidos en la clase de aquellos que son a la vez *eruditos* y *sabihondos.* (ii) Si *los industriosos* están incluidos en *los competentes,* y *los bien pagados* están incluidos en *los competentes,* entonces *aquellos que son o bien industriosos o bien bien pagados,* están incluidos en *los competentes.*

9. *Principio de la trasposición.*

$$\alpha < \beta \cdot \supset \cdot \bar{\beta} < \bar{\alpha}.$$

$$p \supset q \cdot \supset \cdot \sim q \supset \sim p \cdot$$

Es fácil advertir que la contraposición descansa sobre este principio. Puesto que la implicación es recíproca, este principio podría ser enunciado como una igualdad, a saber,

$$p \supset q \cdot \equiv \cdot \sim q \supset \sim p.$$

10. *Principio del silogismo*

$$\alpha < \beta \cdot \beta < \gamma \cdot \supset \cdot \alpha < \gamma.$$

$$p \supset q \cdot \; q \supset r \cdot \; \supset : p \supset r.$$

Este principio se desprende de la transitividad de las relaciones de inclusión e implicación.

11. *Principio del medio excluido*

$$p \vee \sim p.$$

Esto puede leerse como: "o p es verdadera o p es falsa." [41]

12. *Principio de la contradicción*

$$\sim (p \cdot \sim p).$$

Esto puede leerse como: "p no es al mismo tiempo verdadera y falsa".

Puesto que p representa "cualquier proposición verdadera" y "$\sim p$" representa "cualquier proposición falsa", estos dos últimos principios podrían expresarse de la siguiente manera:

(11) Cualquier proposición es o bien verdadera o bien falsa.

(12) No cualquier proposición es al mismo tiempo verdadera y falsa.

A través de la exposición de estos principios hemos considerado la *negación* como indefinida. Si suponemos las nociones *verdadera* y *falsa*, la negación puede ser definida por medio de la multiplicación y la adición. Usaremos "$=1$" para simbolizar "es verdadera" y "$=0$" para simbolizar "es falsa".

[41] Éste y el siguiente principio deben ser comparados con los resultados obtenidos en relación con las clases, dados anteriormente (véase pp. 216-17).

Dada cualquier proposición p, entonces $\sim p$ es su negación si

$$p \cdot \sim p = 0; \quad p \vee \sim p = 1.$$

Es decir, la negación de p es aquella proposición $\sim p$ relacionada de tal modo con p que una de ellas debe ser falsa y la otra verdadera. Así, pues, p y $\sim p$ son contradictorias. Debe observarse que tanto el principio del medio excluido como el principio de la contradicción son necesarios para definir "proposiciones contradictorias". El principio de la contradicción no basta por sí solo para mostrar que p y $\sim p$ son contradictorias; podrían ser contrarias. La formulación de la negación que hemos dado arriba pone de manifiesto lo que está comprendido en la negación de una proposición, pero lo hace sólo porque *verdadera* y *falsa* han sido consideradas como nociones no definidas.[42]

13. *Principio de la negación doble*

$$\bar{\bar{A}} = A.$$

Es fácil advertir que este principio se desprende de la simetría de las relaciones de multiplicación y adición empleadas para definir la negación. De esta definición podemos derivar dos fórmulas, conocidas como *las fórmulas de De Morgan*:

$$\text{(i)} \quad (\overline{A+B}) = \bar{A}\,\bar{B},$$

o sea, la negación de una suma es el producto de las negaciones de los sumandos. Esto rige independientemente de que los elementos del producto y la suma sean proposiciones o clases.

$$\text{(ii)} \quad (\overline{AB}) = \bar{A} + \bar{B},$$

o sea, la negación de un producto es la suma de las negaciones de los factores. Esto rige independientemente de que los elementos del producto y la suma sean proposiciones o clases.

De estas fórmulas es posible derivar las negaciones de expresiones de cualquier grado de complejidad. La regla general es: *Para cada elemento sustitúyase su negación, y cámbiense las sumas por productos y los productos por sumas.*

Dadas las definiciones de negación, adición y multiplicación, y dados los principios resultantes del medio excluido y la contradicción, podemos derivar fórmulas que expresen una división exclusiva y ex-

[42] Los principios de la *identidad*, el *medio excluido* y la *contradicción* han sido considerados tradicionalmente como los únicos principios lógicos fundamentales. Se trata de un completo error. Esos principios no son ni más ni menos importantes que los otros que hemos enunciado. (Véase más adelante, capítulo XXIV.)

haustiva de cualquier número de elementos. Puesto que acerca de cualquier elemento podemos afirmar A o bien afirmar $\bar{A}$, o B o $\bar{B}$, y así sucesivamente, se desprende que, dados *dos elementos*, A, B, podemos afirmar

$$1=AB+A\bar{B}+\bar{A}B+\bar{A}\bar{B}.$$

Es decir: el universo contiene o bien lo que es al mismo tiempo A y B, o bien lo que es al mismo tiempo A y no B, o lo que no es A sino B, o lo que no es ni A ni B. Puede que estas alternativas no se realicen todas ellas, o sea, que cualquiera de las alternativas puede representar la clase nula. Colectivamente, estas alternativas son exhaustivas, es decir, que todo en el universo debe caer dentro de uno u otro de estos conjuntos de alternativas.

En la enunciación de los principios formales supusimos que "p" es equivalente a "p es verdadera", y que "$\sim p$" es equivalente a "p es falsa". Estos supuestos pueden expresarse de la siguiente manera, usando 1 y 0 como antes:

$$\text{(i) } p\cdot\equiv\cdot p=1. \qquad \text{(ii)} \sim p\cdot\equiv\cdot p=0.$$

Los principios formales enunciados arriba en términos de implicación bastan para construir sistemas deductivos, pero no bastan para *extraer conclusiones*. La transitividad de la relación de *implicación* produce el principio del silogismo, pero no produce un principio que permita la omisión del elemento implicante.[43] Para asegurar esto se necesita la afirmación independiente "$p=1$", o un principio adicional al efecto de que *el implicado* de una proposición verdadera que enuncia una implicación, puede ser *afirmado*. Así tenemos:

14. *Principio de la deducción*

Lo que es implicado por una proposición verdadera, es verdadero.[44]

Éste es el llamado *principio de la deducción*, puesto que es en virtud de este principio exclusivamente que podemos deducir una conclusión. Sin este principio, la implicación no produciría *pruebas*. También podría llamársele, con igual propiedad, *principio de la afirmación*, puesto que por medio de él se nos hace posible *afirmar* una conclusión en vez de considerar meramente la conclusión tal como la implican las premisas. Este principio no puede ser formulado simbólicamente. Sería un error, por ejemplo, suponer que el principio de la deducción podría formularse mediante

$$p\supset q\cdot p=1 : \supset : q=1,$$

[43] Véase capítulo XII, § 2; y *cf.* la cita de Russell en la nota al calce de la p. 252.

[44] Véase *Principia mathematica*, p. 94, p. 132; *Principles of mathematics*, § 38; COUTURAT, *Encyclopaedia of the philosophical sciences*, pp. 141-142.

o mediante $p \supset : p \supset q : q$,

pues en ninguna de estas expresiones simbólicas se muestra que p pueda ser omitida y q afirmada sola.[45] Cualquier expresión simbólica producirá solamente *una implicación* es decir, *la hipótesis* de que p es verdadera, no *la afirmación* de que p es verdadera. Pero es la *afirmación* de p lo que se necesita para que podamos extraer la conclusión q de la implicación "$p \supset q$".

Otro principio no-simbólico es necesario a fin de que, en una afirmación respecto de todo ejemplo de cierto conjunto, podamos sustituir un ejemplo *dado*. Éste es el

15. *Principio de la sustitución*

Lo que pueda afirmarse acerca de *cualquier* ejemplo, no importa cómo sea escogido, puede afirmarse acerca de cualquier ejemplo *dado*.[46]

El principio de la deducción y el principio de la sustitución están entrañados en todo razonamiento demostrativo. Sin estos dos principios sería imposible construir un sistema deductivo. Una vez que las proposiciones primitivas han sido enunciadas, es posible, por medio de estos principios, deducir conclusiones que son más y más complicadas. El desarrollo de las proposiciones primitivas enunciadas en los *Principia mathematica* tiene lugar en virtud del uso repetido de estos dos principios. A éstos, en consecuencia, puede conferírseles una grandísima importancia en la construcción de un sistema deductivo.[47]

Los lógicos matemáticos han adoptado, en su mayoría, la definición de implicación en términos de negación y disyunción, lo cual enunciamos en la página 219. Ciertos teoremas que se desprenden de esta definición han sido considerados paradójicos. Ahora debemos examinarlos. La definición de *implicación*, que hemos de considerar, es:

$$p \supset q \cdot = \cdot \sim p \vee q \quad Df.$$

Puesto que "$\sim p$" significa "p es falsa", y "p" significa "p es verdadera", esta definición requiere o bien que p, el elemento implicante, sea falsa, o bien que q, el elemento implicado, sea verdadera. *Siempre* que éste sea el caso, la primera proposición implica la segunda, *de acuerdo con esta definición de "implicación"*. Ya hemos visto que "$p \supset q$" excluye solamente la posibilidad "p verdadera, q falsa". Así, por ejemplo, dada la proposición *verdadera* "2+2=4", y la proposición

[45] La proposición "$p \supset : p \supset p : q$" es verdadera independientemente de que p sea verdadera o falsa, o de que p implique q o no. Por lo tanto, esta proposición produce solamente la hipótesis de que p es verdadera, de modo que no permite la afirmación independiente de q.

[46] Véase *Principia mathematica*, *9.12.

[47] Cf. W. E. JOHNSON, *Logic*, parte II^{a}, capítulos I y II.

falsa "El sol es frío", la proposición compuesta "*O bien* '2+2=4' *es verdadera, o bien 'El sol es frío' es falsa*" es verdadera. En consecuencia la proposición, "'*El sol es frío*' *implica* '2+2=4'" es verdadera, puesto que "implica" está definido para significar "o bien la primera proposición (es decir, la implicante) es falsa, o bien la segunda (es decir, la implicada) es verdadera", no excluyendo la posibilidad de que ambas puedan ser verdaderas.

Esta definición de "implica" no es familiar, de modo que sus consecuencias probablemente parezcan raras. Es importante que el lector se familiarice con esta noción. Es posible hacerla más clara si consideramos las siguientes equivalencias:

$$p \supset q \cdot \equiv \cdot \sim p \vee q \cdot \equiv \cdot \sim (p \cdot \sim q)$$ [48]

$$\sim p \supset q \cdot \equiv \cdot p \vee q \cdot \equiv \cdot \sim (\sim p \cdot \sim q)$$

$$p \supset \sim q \cdot \equiv \sim p \vee \sim q \cdot \equiv \sim (p \cdot q)$$

$$\sim p \supset \sim q \cdot \equiv p \vee \sim q \cdot \equiv \cdot \sim (\sim p \cdot q)$$

Así, dada esta definición de "implica", entonces, cuando $p \supset q$, no es el caso que p sea verdadera y q falsa; también, si ambas p y q son verdaderas, entonces, nuevamente, no es el caso que p sea verdadera y q falsa. Por lo tanto, cuando p es falsa, y también cuando ambas p y q son verdaderas, entonces p *implica* q. Estas consecuencias de esta definición de implicación son análogas a las consecuencias que resultan de la introducción de la clase nula en el sistema de clase. Así,

(i) $\sim p \supset q$ corresponde a $0 < \alpha$

(ii) $\sim p \supset \sim q$ corresponde a $0 < 0$

(iii) $p \supset q$ corresponde a $\begin{cases} \alpha < 1 \\ 1 < 1 \end{cases}$

De (i) obtenemos: cualquier proposición falsa implica cualquier proposición verdadera; de (ii) obtenemos: cualquier proposición falsa implica cualquier proposición falsa. Así, *cualquier proposición falsa implica cualquier proposición, verdadera o falsa*. De (iii) obtenemos: cualquier proposición verdadera implica cualquier proposición verdadera; de (i) obtenemos: cualquier proposición verdadera es implicada por cualquier proposición falsa. Así, *una proposición verdadera es implicada por cualquier proposición, verdadera o falsa*. Estos resultados corresponden a la interpretación para las clases, a saber, (1) *La clase nula está contenida en toda clase*; (2) *Cualquier clase está contenida en el universo*. Según la interpretación proposicional, estos teo-

[48] La primera hilera puede leerse como: "p implica q" equivale a "o bien p es falsa o bien q es verdadera" equivale a "no es el caso que p sea verdadera y q sea falsa".

remas que acabamos de enunciar en cursivas se conocen con el nombre de "paradojas de la implicación". Pero estos teoremas no son paradójicos; son las consecuencias inevitables de la definición de la implicación en términos de negación y disyunción. Debe observarse que en el caso de las proposiciones hay sólo dos posibilidades por lo que se refiere a la verdad y a la falsedad, a saber, $p=1$ o $p=0$. Los elementos p, q, interpretados según la análoga de la clase considerada como una *extensión*, están limitados a estas dos posibilidades. Así, pues, p y q son equivalentes cuando ambas son verdaderas o cuando ambas son falsas. En consecuencia, negar que p implica a q es afirmar que $\sim p$ implica a q.

Es decir, $\sim(p \supset q) \supset (\sim p \supset q)$.

Pero, en el caso de las clases, negar que α está incluida en β no es afirmar que α está incluida en $\bar{\beta}$, puesto que α y β pueden interceptarse. De tal suerte, hay tres posibilidades por lo que se refiere a α y β, pero sólo dos posibilidades por lo que se refiere a p y q. En el caso de la interpretación de clase, por lo tanto, no se presentan estas paradojas aparentes.

El hecho de que las consecuencias de la definición de la implicación que hemos estado considerando hayan sido llamadas "paradojas", ha causado indudablemente alguna confusión. Como ha señalado el profesor Moore, esas consecuencias "parecen paradójicas sólo porque, si empleamos 'implica' en cualquier sentido ordinario, son ciertamente falsas".[49] Es claro que "implica" se emplea ordinariamente en un sentido tal que la implicación constituye una base para la inferencia. Pero ya hemos visto que, a fin de que q sea *inferida* de p, es preciso que podamos omitir p. Pero p puede omitirse sólo si p es verdadera, es decir, sólo si p puede ser afirmada. Así pues, en el caso de una proposición falsa no podemos omitir el elemento implicante. Si *sabemos* que p es falsa, entonces sabemos que p implica q (en el sentido que hemos definido); pero no podemos proceder a afirmar p, puesto que tal procedimiento sería contradictorio. Por lo tanto, no podemos *inferir* q, puesto que esta inferencia requiere la afirmación de p. Asimismo, si *sabemos* que q es verdadera, entonces sabemos que p *implica* q; pero no podemos proceder a *inferir* q, puesto que ya *sabíamos* que q es verdadera.[50] Como lo ha admitido Russell, "Siempre que p es falsa, 'no-p o q' es verdadera, pero es inútil para la inferencia, que requiere que p sea verdadera. Siempre que se sepa que q es verdadera, se sabe por supuesto que 'no-p o q' también es verdadera, pero también es inútil para la inferencia, puesto que q ya es conocida y no hace falta inferirla".[51] Russell establece una distinción entre la *validez* de la inferencia y lo que él llama la "factibilidad práctica de

[49] *Philosophical studies*, p. 295.
[50] Debe hacerse referencia a la p. 252 y a las pp. 250-51, más adelante.
[51] *Introd. math. phil.*, p. 153.

la inferencia". Esta distinción no parece haber sido bautizada con mucha fortuna. Lo importante es distinguir entre las relaciones lógicas que pueden regir entre las proposiciones, en virtud de las cuales relaciones es posible la deducción, y la verdad de las premisas sin las cuales la deducción no sería válida. Las proposiciones falsas implican otras proposiciones, pero no pueden ser convertidas en la base de inferencias válidas en las que se afirme que la conclusión es *verdadera*. No hay, pues, razón alguna para considerar las consecuencias de la definición de la implicación como paradójicas. Serían paradójicas sólo si se las considerara como paradojas de la *inferencia*. Pero en ese caso no serían, estrictamente hablando, *paradójicas*; serían *falsas*.

XI. SISTEMA Y ORDEN

"La búsqueda de la 'unidad' y el 'sistema' a expensas de la verdad, no es, a mi juicio, asunto propio de la filosofía, no importa cuán universalmente haya sido ésa la práctica de los filósofos." —G. E. MOORE

§ 1. *La naturaleza del sistema* [1]

LA NOCIÓN de sistema se halla en la base de toda ciencia y toda filosofía. Los sistemas deductivos, que consideramos en el último capítulo, son una clase especial de sistema. La noción de "sistema" en general es mucho menos precisa que la de "sistema deductivo", pues las propiedades de los sistemas deductivos han sido determinadas cuidadosamente. La relación generadora de un sistema deductivo es la implicación. Ahora debemos considerar qué modos de conexión bastan para determinar un sistema. No es difícil encontrar ejemplos de sistemas que ejemplifican diferentes clases de relaciones, tales como el sistema solar, el sistema social, el sistema de correos, el sistema eclesiástico. Estos diversos sistemas están caracterizados por diversos modos de conexión; tienen en común el hecho de que los elementos constituyentes son compatibles y de que todos los elementos están determinados por algunos, cuando menos, de los demás elementos. Daremos a los elementos constituyentes de un sistema el nombre de "hechos" del sistema, significando por "hecho" cualquier cosa que *pudiera* ser expresada en una proposición sin hacer referencia a la verdad o falsedad de la proposición. Cada hecho mismo constará de elementos, a saber, *sus* constituyentes, pero no nos interesan aquí los constituyentes de los hechos sino los hechos como constituyentes de los sistemas. El problema que tenemos que considerar es bajo qué condiciones podemos considerar un ordenamiento de datos como un ordenamiento sistemático.

Los hechos pueden ser combinados conjuntivamente. Tal ordenamiento no sería un ordenamiento sistemático. Los hechos pueden ser combinados alternativamente. Este modo de conexión sería también

[1] El principiante debe leer el capítulo XIII, § 1, antes de leer este capítulo.

insuficiente para determinar un sistema. La compatibilidad mutua es una condición mínima sin la cual no puede haber sistema. Pero aunque es una condición necesaria, no es una condición suficiente. No podemos definir la "compatibilidad mutua". Decir que el hecho F_1 es mutuamente compatible con el hecho F_2, es decir que F_1 y F_2 pueden pertenecer ambos al mismo sistema. Pero la noción de *compatibilidad* es más simple que la noción de *pertenencia al mismo sistema,* y no puede ser definida en términos de ésta. Se desprende de ello que cualquier hecho F_3 que sea incompatible con F_1 no puede ser un constituyente de ningún sistema en el que F_1 sea un constituyente. Asimismo, cualquier hecho que requiera que F_3 esté en el sistema no puede estar en el sistema que contiene a F_1. Aunque los constituyentes de un sistema deben no ser incompatibles, algunos de ellos pueden ser mutuamente independientes de otros. Tales hechos mutuamente independientes serán hechos conjuntivos. Pero no es posible que todos los hechos sean mutuamente independientes, pues, en tal caso, las relaciones conjuntas serían suficientes para determinar un sistema.

Hay, entonces, cuatro condiciones a las que debe conformarse cualquier sistema. Éstas pueden ser precisamente formuladas de la siguiente manera:

Dado un sistema S, entonces

(1) Si A y B son ambos hechos constituyentes en S, entonces A y B son mutuamente compatibles.

(2) Si B es un hecho constituyente y B requiere o determina a C, entonces C es un constituyente de S.

(3) Si B y C son hechos constituyentes en S, entonces S contiene el hecho conjunto BC, aunque ni B determina a C ni viceversa.

(4) Si BC determina a E, entonces E está en S, aunque ni B sola ni C sola bastarían para determinar a E.

Un sistema no es necesariamente inclusivo; puede haber hechos no incluidos en el sistema, pero no incompatibles con cualquier hecho en el sistema. Por ejemplo, un sistema geométrico excluye a los hechos relativos al color. Así, pues, si A es un hecho en un sistema geométrico, A no es incompatible con ningún hecho por lo que se refiere a un color. Si A y B son hechos en un sistema clasificatorio de géneros y especies, entonces ni A ni B son incompatibles con ningún hecho que contenga la relación *más valioso que* como un constituyente. La determinación de un sistema no comprende la determinación de todo lo que es posible. Un sistema dado S_1 puede estar totalmente contenido en otro sistema S_2, y S_1 puede también estar totalmente contenido en otro sistema S_3, aunque no hay ningún sistema Σ que

contenga a S_1, S_2 y S_3.[2] Las diferentes geometrías constituyen un ejemplo de tales sistemas.

Es razonable preguntar si *el mundo*, o *el universo*, es un sistema. Si al decir "el mundo" significamos "todo lo que es el caso",[3] entonces puede dudarse que el mundo sea un sistema. Si es o no un sistema sólo *podría* determinarse mediante la observación empírica de todo lo que es el caso. Pero no podemos observar empíricamente todo lo que es el caso; por lo tanto, no podemos *saber* que el mundo es un sistema. Podemos tener buenas razones para creer que *no* es un sistema, pero sigue siendo posible que lo sea aunque no seamos capaces de descubrir el modo de conexión entre los hechos constituyentes. Todo lo que es el caso incluye los hechos de todos los sistemas conocidos, así como aquellos hechos que *nosotros* no podemos incluir en ningún sistema y aquellos hechos que nadie conoce. Lo que llamamos el mundo *real* o *concreto* no incluye todos los hechos que son posibles. Es un supuesto del pensamiento científico que todo lo que es el caso en *el mundo físico* está incluido en un sistema. Este supuesto puede ser considerado como el postulado fundamental de la ciencia. Él conduce a los científicos a rechazar algunos hechos y a incluir otros en "*el sistema del mundo físico*". Cualquier hecho incompatible con los hechos dados queda al margen de la explicación *a fin de que los hechos constituyentes puedan determinar un sistema.* Todos los hechos en el mundo real deben ser compatibles, pero puede haber hechos conjuntivos sólo relacionados por relaciones conjuntivas con otros hechos en el mundo real.

Se dice que un sistema es *coherente* si *cada uno* de los hechos en el sistema está relacionado con cada uno de los demás hechos en el sistema por relaciones que no son meramente conjuntivas. Un sistema deductivo es un buen ejemplo de un sistema coherente. Una obra de arte es un sistema coherente. Las relaciones que determinan su coherencia son peculiares de las obras de arte, pero lo que se significa al decir que estas relaciones la determinan *como coherente* es lo que se significa al decir que *cualquier* sistema es *coherente.* La coherencia de una obra de arte es tan fácilmente aprehensible como esencial a ésta —es decir, como constituyente de una obra de arte de tal modo que, faltando esta coherencia, la obra de arte sería un fracaso— que las expresiones que usamos para expresar sistemas coherentes son tomadas frecuentemente de la analogía de las artes, por ejemplo, "la imagen del mundo". Pero no todos los sistemas son sistemas coherentes. Es decir, "sistema" y "coherencia" no son, como se ha supuesto a menudo, coimplicantes. Un rompecabezas es un sistema, pero no es un sistema coherente, aun cuando el dibujo que se haya cortado para hacer el rompecabezas fuera coherente. Cada pieza del rompecabezas debe encajar con *algunas* otras piezas; por lo tanto, la posición de cualquier pieza dada no está inde-

[2] El supuesto de que hay un tal sistema Σ es el supuesto del monismo.
[3] Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, prop. 1.

terminada. No hay piezas aisladas que podrían o no encajar. Pero la forma de una pieza en la esquina superior derecha puede ser independiente de las formas de cualesquiera piezas en el lado izquierdo del dibujo. Así, pues, el rompecabezas, aunque es un sistema, no es un sistema coherente. El mundo físico puede ser un sistema semejante.

Es una perogrullada decir que el objeto de la ciencia es el logro de un sistema. Por esta razón, el determinismo es esencial a la ciencia. El determinismo es una característica de un sistema cuyos constituyentes todos guardan relaciones determinadas que otro u otros constituyentes determinan. De ello no se desprende que *cada* constituyente esté determinado por *cada otro* constituyente. Donde éste sea el caso, el sistema es completamente coherente. Pero la coherencia es una cuestión de grado. Un sistema puede poseer algún grado de coherencia aunque algunos de sus hechos constituyentes puedan ser independientes de *algunos* otros hechos, siempre y cuando estén determinados por *otros* hechos en el sistema. Puesto que algunos hechos constituyentes en un sistema pueden ser mutuamente independientes, se desprende de ello que un sistema S puede contener uno u otro de dos hechos contradictorios, aunque no puede contener ambos.[4] Por ejemplo, si A y B son mutuamente independientes, entonces A y no-B pueden ser ambos constituyentes en S, y puede haber otro sistema Σ que contenga tanto a A como a B. Ahora bien, el mundo real contiene, como hechos, constituyentes, todos los hechos que son hechos reales. Puesto que ningún sistema puede contener tanto a B como a no-B, y puesto que o bien B es real o bien no-B es real, se desprende de ello que si el sistema del mundo contiene tanto a A como a no-B, no puede contener tanto a A como a B; o si contiene a A y B, no puede contener tanto a A como a no-B. Así, pues, el sistema que contiene a A y a B (si el mundo contiene a no-B), o el sistema que contiene a A y a no-B (si el mundo contiene a B) es un *sistema posible* (y, por lo tanto, un mundo posible), pero no un *mundo real*. Por esta razón el descubrimiento de hechos incompatibles es útil en la ciencia, pues la ciencia no versa acerca de cualquier sistema posible, sino acerca *del* sistema (si es que hay uno) que es *el sistema del mundo*.

No es lógicamente necesario que todo lo que es el caso, es decir, todos los hechos constituyentes del mundo real, estén contenidos en un sistema; menos aún que estén contenidos en un sistema coherente. Pero, a menos que los hechos reales sí constituyan un sistema, la ciencia es imposible; a menos que el mundo físico sea un sistema *coherente*, los físicos se verían frustrados. Siempre que la inferencia sea posible, los hechos que constituyen la base de la inferencia deben estar en un sistema con los hechos que son inferidos; de lo contrario la inferencia es inválida. Pero no podemos decir qué

[4] Decimos que *dos hechos son contradictorios* cuando las proposiciones que corresponderían a esos hechos son contradictorias. Así, pues, en este capítulo se usa "hecho" en un sentido tal que no todos los *hechos* son *reales*.

inferencias son posibles hasta que conozcamos el hecho del cual parte la inferencia. De consiguiente, a fin de determinar el sistema del mundo real debemos conocer hechos cuyo conocimiento no pueda ser derivado del conocimiento de sistemas *posibles*. En otras palabras, el sistema del mundo real, *porque es real*, no puede ser determinado por consideraciones lógicas exclusivamente. Aun cuando el mundo real fuese un sistema completamente coherente, de ello no se desprendería que el *conocimiento* de parte del sistema produciría *conocimiento* del sistema entero, ni siquiera que implicaría *conocimiento* acerca de qué *clase* de sistema sería exactamente. Esto se desprende de la posibilidad de que el sistema Σ pueda contener un subsistema tanto en S_1 como en S_2, aunque algunos hechos en S_1 fuesen incompatibles con algunos hechos en S_2. Podríamos conocer sólo el subsistema, llamémoslo σ, contenido tanto en S_1 como en S_2, de lo cual se desprende que σ es compatible con uno u otro de dos sistemas que, como sistemas, no son compatibles entre sí. Nuestro conocimiento del sistema del mundo real (si tenemos tal conocimiento) puede ser de un tal subsistema σ. Puede haber varios otros sistemas posibles cada uno de los cuales incluya a σ, entre los cuales no podríamos decidir cuál es real. Éste sería el caso si no conociéramos los hechos compatibles con σ y compatibles con S_1, pero no compatibles con S_2. Si este argumento es correcto, se desprende que no podemos *conocer* que el sistema del mundo real es un sistema coherente de tal índole que, dados algunos de los hechos constituyentes, los otros serían de consiguiente determinados.

Sabemos empíricamente que hay hechos en el mundo real que son mutuamente independientes. De esto se desprende que el mundo contiene hechos que son compatibles con sistemas que no son reales y que son de tal índole que contienen hechos contradictorios de hechos en el mundo real. Por ejemplo, la ley newtoniana de la gravitación es incompatible con el hecho conjunto consistente en todos los hechos del sistema geométrico euclidiano y en todos los hechos de los movimientos de las ondas de luz. Pero hay un sistema posible que incluiría el sistema de la geometría euclidiano y también incluiría los hechos de los movimientos de las ondas de luz y también un hecho contradictorio del hecho de la ley newtoniana de la gravitación. Así, pues, si F fuese la ley newtoniana, E el sistema euclidiano y L los movimientos de las ondas de luz, entonces podría haber un sistema que incluyese a F, E y no-L, y otro sistema que incluyese a E, L y no-F. De manera similar, podría haber otro sistema que incluyese a F, L y no-E. La determinación de otros hechos *distintos* de F, L, E es necesaria a fin de precisar cuál de estos sistemas es real, si es que alguno lo es. Una vez más, considérese el conjunto de hechos que consisten en hechos de desarrollo orgánico que podemos llamar *el hecho de la evolución.* Entonces este hecho puede ser independiente de los hechos contenidos en el sistema físico. Representemos este sistema con S_1; digamos que *el hecho de la evolución* esté en un sistema S_2. Entonces algunos hechos estarán tanto en S_1 como en S_2; algu-

nos hechos estarán en S_1 pero no en S_2; otros estarán en S_2 pero no en S_1. De estos hechos independientes, cualquiera de ellos, o su contradictorio, podría estar contenido en un sistema P_1 que incluyese a S_1; o un sistema P_2 que incluyese a S_2; o podría haber un sistema R que incluyese a S_1 y a S_2 y también incluyese un conjunto de hechos independientes de S_1 e independientes de S_2. Es decir, que un sistema puede aumentarse mediante la adición de hechos independientes. Así podría haber muchos sistemas compatibles con el subsistema que contiene hechos dependientes.

No hay buenas razones para suponer que el mundo real sea un sistema tal que uno cualquiera de los hechos determina o está determinado por cada uno de los demás hechos. Por el contrario, se conocen muchos hechos reales de los que no se puede advertir que estén relacionados con otros hechos, que también conocemos como reales, en calidad de constituyentes en cualquier sistema posible. Pero el mundo puede ser *un sistema,* puesto que cada hecho puede estar determinado por *algunos* otros hechos. En ningún caso, sin embargo, habría significado alguno en la afirmación de que el sistema del mundo real es un sistema necesario. La naturaleza de los sistemas deductivos muestra que esto es así. Un conjunto de postulados independientes puede ser suficiente para determinar un sistema deductivo en el que todos los teoremas son consecuencias de los postulados. Pero estos teoremas podrían también estar incluidos en otro sistema generado por postulados que contienen todos los postulados del otro sistema *y otros* postulados, y que incluirá por lo tanto otros teoremas también. Pero el primer sistema no será *necesario* en contraste con el segundo sistema, aunque ambos podrían ser sistemas coherentes. Así, pues, lo que es lógicamente posible no es suficiente para determinar el sistema del mundo real; en consecuencia, el sistema del mundo real *no puede* ser lógicamente necesario, y cualquier cosa que sea el caso podría haber sido otra cosa y no lo que es, de modo que hay un número infinito de sistemas incompatibles. De estos sistemas posibles, sólo uno (si es que alguno) puede ser real; puede ser imposible para nosotros precisar cuál es real, si es que alguno lo es.

§ 2. *La naturaleza del orden* [5]

Un sistema es un sistema ordenado sólo si sus elementos constituyentes están relacionados por relaciones que tienen ciertas propiedades lógicas. Estas propiedades lógicas *definen el orden.* Comenzaremos considerando ejemplos familiares de términos, o elementos, colocados en un orden. El conjunto de los números enteros puede ser colocado en el orden 1, 2, 3, 4, 5 . . . n, $n+1$ . . . El conjunto de puntos en una línea recta exhibe un orden. La sucesión de los reyes de Ingla-

[5] Véase B. A. W. RUSSELL, *Int. math. phil.,* capítulo IV; *Principles of mathematics,* capítulos XXIV y XXV.

terra es ordenada. El conjunto de palabras en esta línea exhibe un orden espacial y un orden sintáctico.

Supóngase una relación no-definida simbolizada por $\rightarrow$, acerca de la cual las siguientes afirmaciones son verdaderas, siendo los elementos, *x*, *y*, *z*.

(i) No $(x \rightarrow x)$.

(ii) No (ambos $x \rightarrow y$ e $y \rightarrow x$).

(iii) Si *x* es distinto de *y*, entonces o bien $x \rightarrow y$ o bien $y \rightarrow x$.

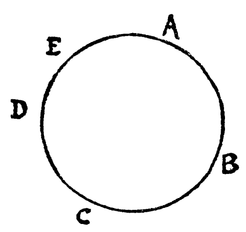
(iv) Si $x \rightarrow y$ e $x \rightarrow z$, entonces $x \rightarrow z$.

Es decir, la relación $\rightarrow$ es aliorrelativa, asimétrica, conectada, transitiva. Puesto que una relación aliorrelativa que también es transitiva debe ser asimétrica, podemos reducir las condiciones a las tres últimas. Se advertirá que en cada uno de los ejemplos dados arriba los elementos pueden estar relacionados por una relación que tenga las propiedades formales afirmadas en las tres condiciones. Cuando están relacionados de tal suerte, los elementos están *ordenados*. Por ejemplo, los reyes de Inglaterra pueden estar ordenados por la relación *sucesor de*; los puntos en una línea recta pueden estar ordenados por la relación *a la izquierda de*; el conjunto de números puede estar ordenado por la relación *mayor que*.

Una relación que tenga estas tres propiedades formales es suficiente para generar un orden; los elementos así relacionados exhiben un *orden serial*. Debe observarse que la serie, y no los elementos, es la *relación serial*, puesto que cualquier conjunto dado de elementos puede tener diferentes órdenes. Por ejemplo, supóngase que no hubo dos reyes de Inglaterra que tuviesen la misma estatura exactamente; entonces los reyes podrían colocarse en el orden generado por la relación *más alto que*, así como en el orden generado por la relación *predecesor de*, y así sucesivamente. Por lo tanto, el *campo* de la relación no puede considerarse como la serie. El número mínimo de elementos que se requiere para generar un orden es tres. Debe haber un término que tenga con otros dos términos relaciones conversas que sean asimétricas y transitivas. Dondequiera que esto ocurre hay un orden. Los términos que no están en un orden pueden ser ordenados mediante la construcción de una relación asimétrica transitiva conectada. Así puede generarse una serie por medio de la relación *entre*.[6] *Entre* es una relación asimétrica *transitiva por pares*. Es decir, si *b* está entre *a* y *c*, y *c* está entre *b* y *d*, entonces *c* está entre *a* y *d*.

[6] *Cf.* RUSSELL, *Principles of mathematics*, p. 214. "Un término *y* está entre dos términos *x* y *z* con referencia a una relación R transitiva asimétrica cuando *x*R*y* e *y*R*z*. En ningún otro caso puede decirse con propiedad que *y* está entre *x* y *z*; y esta definición no da meramente un criterio, sino el *significado* mismo de entre [*betweenness*]." No es posible hacer más aquí que indicar la naturaleza del orden serial. El estudiante interesado en el tema debe consultar los capítulos que se dan en las referencias.

Cualquier relación triádica que tenga estas propiedades formales es capaz de ordenar los elementos; no es necesario que los elementos sean espaciales o temporales. Russell ha mostrado cómo ordenar los puntos en una línea recta por medio de la relación *entre*. No podemos extendernos en este punto aquí. Podemos, sin embargo, señalar que *entre* es la característica de una *serie abierta*, es decir, una serie que no regresa al punto de partida. Si consideramos la relación *a la izquierda de* rigiendo entre las personas sentadas alrededor de una mesa redonda, vemos que después de un cierto número de pasos, regresamos a la persona de la que partimos. Si tenemos ahora las cinco personas A, B, C, D, E sentadas alrededor del círculo, vemos que



A y C están separadas por B y D, y B y D están separadas por C y E, etcétera. Esta relación recibe el nombre de *separación de parejas*. Vailati ha mostrado que la *separación de parejas* implica una relación diádica, transitiva y asimétrica, relativa a otros tres términos fijos. Es fácil advertir que, dados cuando menos cuatro términos y la relación *entre*, tenemos entonces también la relación de *separación de parejas*. De tal suerte la relación de separación de parejas puede ser *formalmente* reducida a una relación que tenga las cuatro propiedades formales enumeradas en las cuatro condiciones establecidas para $\rightarrow$. Por medio de tal reducción, una serie cerrada puede ser transformada en una serie abierta.

Se observará que una relación diádica transitiva, o cualquier relación transitiva por pares, permite la eliminación de los términos intermedios. Por ejemplo, si un conjunto de elementos *a, b, c* . . . están relacionados por $\rightarrow$, el lugar de cualquier elemento *k* es determinado. Si seleccionamos cualquier par (*j, k*) podemos determinar el lugar en la serie de cualquier otro elemento *f* mediante la combinación de afirmaciones tales como $a \rightarrow c$, $c \rightarrow j$, $j \rightarrow k$. De esta manera podemos basar las inferencias en estas afirmaciones de relación, eliminando cualquier número de términos intermedios. Así se ve que la posibilidad de *cadenas de deducción* depende de la propiedad formal de la transitividad. Se observará que *implica* podría reemplazar a $\rightarrow$, puesto que tiene la propiedad requerida.

3. *Similitud y estructura*

La noción de estructura es una noción con la que todos nos sentimos familiarizados, pero probablemente seríamos incapaces de decir qué significa exactamente para nosotros. Usamos frases tales como "la estructura de la novela", "la estructura de un drama", etcétera, significando por "estructura" la conexión ordenada de las partes componentes. Nuestra concepción ordinaria de la estructura está reflejada en su derivación etimológica. Pensamos en una estructura como en un armazón esencial, una manera en que los elementos están combinados de un modo ordenado. Una casa es una estructura porque no es un mero amontonamiento o aglomeración de ladrillos. En este sentido, "estructura" se utiliza de una manera apenas distinguible de sistema. Pero cuando hablamos de dos sistemas *que tienen la misma estructura,* estamos intentando usar "estructura" en un sentido que requiere una mayor definición. Así, podemos querer preguntar si una proposición dada tiene la misma estructura que la oración por medio de la cual es expresada. La estructura gramatical de una oración es la colocación sintáctica de sus elementos componentes. Para entender una oración es necesario conocer tanto su sintaxis como lo que representan las palabras separadas. Un conocimiento de diccionario sobre el significado de las palabras utilizadas no le permite, por ejemplo, al alumno de primer año de latín leer de corrido a los autores latinos. Es preciso que conozca tanto el vocabulario como la sintaxis. Entonces podría preguntar si una oración latina y su correspondiente traducción tienen la misma estructura. Asimismo, podemos preguntar si el espacio que percibimos tiene la misma estructura que lo que se llama espacio físico o lo que se llama espacio euclidiano.

La estructura es una noción de fundamental importancia para la ciencia y la filosofía. A menos que tengamos una concepción clara de la estructura es improbable que tengamos una concepción clara de la naturaleza de nuestros problemas y la posibilidad de su solución. Es a Russell a quien los lógicos deben la definición precisa de estructura. Intentaremos exponer su explicación con la mayor sencillez posible. Debe observarse, primero, que la estructura no es aplicable a las clases o colecciones sino únicamente a las relaciones, o, más bien, a los sistemas de relaciones. Hay, sin embargo, una relación que rige entre las clases cuya consideración es útil para la comprensión de la estructura. Es la relación de *similitud.*

Se recordará que en el capítulo VIII señalamos que el contaje es lógicamente un proceso de establecer una correlación de uno-uno entre un conjunto de objetos y la serie numeral. Cuando contamos, no podemos tomar los objetos en cualquier orden; debemos mantener el orden de *primero, segundo, tercero,* etcétera. Es la observancia de este orden lo que nos permite saber que el último numeral requerido en la correlación uno-uno es el número de conjuntos de objetos. Bajo ciertas condiciones, podemos correlacionar los miembros

de dos conjuntos sin observar ningún orden. Si un miembro de uno de los conjuntos puede ser correlacionado con un miembro y sólo un miembro del otro conjunto, entonces sabemos que los dos conjuntos tienen el mismo número, aun cuando no sepamos cuál es ese número. Así, pues, como señala Russell, podemos (suponiendo la monogamia) establecer una correlación de uno-uno entre el conjunto de esposas y el conjunto de esposos, puesto que (dado nuestro supuesto) la relación de esposa a esposo es *uno-uno*. Así podemos saber que el número de esposas es el mismo que el número de esposos, aun cuando no sabemos cuántas parejas casadas existen. De dos clases que pueden ser así correlacionadas por una relación de uno-uno, se dice que son *similares*. La relación correlacionante relaciona a cada término de una clase con un término y sólo un término de la otra clase. Si R es una relación correlacionante, entonces, dado cualquier término en el dominio de R, hay un término y sólo un término en el dominio converso de R respecto del cual el término dado tiene R. Ahora podemos enunciar la definición de similitud de Russell, que es la siguiente:

> "De una clase se dice que es 'similar' a otra cuando hay una relación de uno-uno, de la cual una de las clases es el dominio mientras que la otra es el dominio converso." [7]

Es fácil advertir que la similitud es reflexiva, simétrica y transitiva. Es decir, que si α es una clase, entonces α es similar a α; si α es similar a la clase β, entonces β es similar a α; si α es similar a β y β es similar a la clase γ, entonces α es similar a γ. La similitud no implica un parecido cualitativo, que es lo que usualmente significamos cuando hablamos de "parecido". Es una relación totalmente definible en términos de correspondencia de uno a uno. Por medio de esta noción podemos definir lo que se significa con la afirmación de que dos sistemas de relaciones *tienen la misma estructura.*

Comenzaremos considerando algunos ejemplos de sistemas de relaciones que tienen la misma estructura. Por ejemplo, un *mapa* tiene la misma estructura que aquella de la cual es un mapa. Supongamos que tenemos un mapa de Inglaterra y Gales. Entonces el lugar en el mapa que corresponde a *Londres* está más arriba del lugar que corresponde a *Brighton,* porque Londres está al norte de Brighton. [8] El lugar en el mapa que corresponde a *Portsmouth* está a la izquierda del lugar correspondiente a *Brighton,* porque Portsmouth se encuentra al occidente de Brighton. En un mapa exacto, las posiciones relativas de los puntos que representan ciudades corresponden a las posiciones relativas de las ciudades reales. Las líneas que representan ríos corresponden a la longitud y dirección de

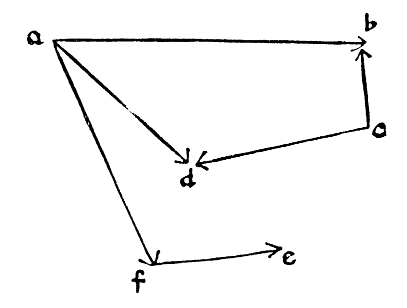
[7] *Int. math. phil.,* p. 16. Por lo que toca a la totalidad de esta sección, véase *loc. cit.,* capítulo VI.

[8] Es convencional, por parte de los cartógrafos, representar *norte de* por *arriba de* y, consiguientemente, *sur de* por *debajo de.*

los ríos. Es decir, que la relación *al norte de* relaciona a una ciudad con otra ciudad, y, correspondiendo con eso, la relación *más arriba de* relaciona una seña en el mapa con otra. Frecuentemente hacemos mapas para mostrar las relaciones que rigen entre un conjunto de términos, puesto que las relaciones espaciales de un mapa son fácilmente aprehensibles. Siempre que usamos un mapa, estamos usando una clase especial de correlación. Correlacionamos cada pueblo con un punto en el mapa. La relación espacial en el mapa corresponde a la distancia y dirección de las ciudades. Llamemos R a la primera relación y S a la segunda. Entonces hay una relación de uno-uno P cuyo dominio es el campo de R y cuyo dominio converso es el campo de S; esta relación es tal que si x R y, entonces el correlato de x tiene S respecto del correlato de y. En tal caso se dice que R es similar a S. Llamemos a y b a los correlatos de x e y. Entonces tenemos x P a . a S b . b P y. Así, la relación R es igual que el producto relativo de P y S y la conversa de P. Es decir,

$$\text{“R es similar a S”} \equiv \text{“}P \mid S \mid \breve{P}\text{”}.$$

Las relaciones R y S pueden ser lo que ordinariamente se llama "disímiles". El *parecido de relación*, o similitud, es una clase especial de correlación. Los miembros del campo de R pueden ser de una clase muy diferente de los miembros del campo de S, de modo que las relaciones R y S pueden ser muy diferentes. Los puntos negros sobre el papel son muy disímiles de las ciudades, pero el sistema de puntos que constituye el mapa tiene similitud, o parecido de relación, con el sistema de ciudades. Sea R lo que fuere, siempre que y cuando sea lo suficientemente simple, podemos hacer un mapa de R. Considérese, por ejemplo, una colección de personas y la relación diádica *benefactor de*. En beneficio de la simplicidad, limitaremos el campo a seis personas, a, b, c, d, e, f. Supóngase que la relación B (benefactor de) rige como sigue: a B b, a B d, a B f, c B b, c B d, f B e. Podemos hacer un mapa de B tomando seis puntos y conectando con flechas las parejas entre las cuales rige B. Así obtenemos el mapa



Este mapa tiene la misma estructura que la relación B. Si añadimos *c* B *e*, cambiamos la estructura. La relación generadora del mapa está *unida por una flecha.* Si cambiáramos el campo pero tuviéramos el mismo mapa, tendríamos la misma estructura. Dos relaciones que tienen el mismo mapa, o de las cuales una podría ser un mapa para la otra, tienen la misma estructura. Así, pues, dos relaciones que tienen parecido de relación —es decir, que son *similares*— tienen la misma estructura. Por lo tanto, "estructura" significa similitud de relaciones. No debe suponerse que la similitud se limita a las relaciones diádicas o a los mapas. Es aplicable a las relaciones con cualquier número de términos y a las series. Dos relaciones seriales son similares cuando sus términos pueden ser correlacionados sin implicar un cambio de orden. Hemos definido la similitud por medio de una relación de uno-uno. Pero podemos adaptar la definición de manera que sea aplicable a una relación en que la relación correlacionante sea muchos-uno. Sin embargo, no nos extenderemos más en este tópico. Se ha dicho lo suficiente para hacer precisa la noción de estructura.

No es difícil advertir que la estructura es una noción importante en la ciencia. Dos relaciones que tengan la misma estructura tienen las mismas propiedades lógicas. De tal suerte, si S y R son similares, entonces, si R es transitiva, S es transitiva, si R es aliorrelativa, S es aliorrelativa, si R es serial, S es serial, y así sucesivamente. Es esta identidad de propiedades lógicas lo que hace que la similitud de las relaciones sea tan útil. Decir que el espacio del mundo exterior es euclidiano, es decir que el sistema del espacio real tiene las mismas propiedades lógicas que el sistema de la geometría euclidiana. Negar que el espacio real sea euclidiano, es negar que tengan las mismas propiedades lógicas. Dos sistemas deductivos que tengan la misma estructura tendrían propiedades idénticas. Si cada uno de los elementos en un sistema deductivo S pudiera ser interpretado como un elemento en un sistema Σ y la relación generadora de S fuera similar a la relación generadora de Σ, entonces S y Σ tendrían propiedades lógicas idénticas. Puesto que la estructura es independiente de la naturaleza de los términos y la similitud es independiente de la naturaleza de las relaciones, se desprende de ello que dos sistemas similares pueden permitir interpretaciones diferentes. El desarrollo de la ciencia se debe, en considerable medida, al descubrimiento de que dos sistemas diferentes tienen la misma estructura.

§ 4. *El método de interpretación*

Cuando "leemos un mapa", *interpretamos* las señas de colores de manera que representen contornos, líneas isobáricas, ríos, montañas, etcétera. En el caso de la lectura de mapas sabemos, para empezar,

que las líneas isobáricas son líneas que conectan lugares en el mapa correlacionados con lugares en la Tierra donde la presión barométrica media es igual. Sabemos, si miramos un mapa de las "Principales ocupaciones del mundo", que una zona verde, por ejemplo, puede ser interpretada como indicativa de que la porción correlacionada de la superficie de la Tierra es un área agrícola, una zona roja puede correlacionarse con un área industrial, etcétera. La interpretación es fácil porque el cartógrafo sabía lo que quería representar, trazó sus líneas y pintó sus colores de acuerdo con ello y luego proporcionó una clave para explicar lo que representaban sus señas. Hemos visto que, si el mapa es exacto, tiene la misma estructura que aquello que representa y su valor depende de esta similitud.

Supongamos que encontramos un mapa—o más bien una hoja de papel con colores y señas que le dan la apariencia de los mapas geográficos con los que estamos familiarizados. Supongamos que no sabemos cómo leer el mapa y que el geógrafo ha olvidado darnos una clave. Es concebible que las mismas formas a colores correspondan, para una región dada, tanto a la distribución de ocupaciones como a la distribución de formas de gobierno. Dependería de nuestros intereses el que el mapa fuera más importante para nosotros al interpretarlo según una clave y no según la otra. En nuestro supuesto caso del mapa, sin embargo, es sumamente improbable que ambos modos de interpretación encajaran con el mapa. Pero en el caso de un sistema deductivo, podría considerarse que los elementos —es decir, las proposiciones— expresan hechos diferentes y, ello no obstante, el sistema deductivo podría ser el mismo a pesar de esta diferencia. Hemos visto que un sistema deductivo puede construirse a partir de objetos indefinidos a los cuales asignamos propiedades puramente lógicas. Si podemos encontrar objetos que puedan hacerse *encajar dentro* del sistema porque están relacionados por relaciones similares, se dice que "interpretamos" el sistema.

La posibilidad de interpretaciones diferentes se debe al hecho de que los sistemas deductivos son completamente formales. Los elementos de un sistema deductivo podrían interpretarse, por ejemplo, como individuos, o como clases, o como conjuntos de relaciones. Un sistema geométrico es un sistema deductivo cuya naturaleza es determinada por los conceptos y proposiciones iniciales. Hemos visto que la geometría euclidiana es solamente uno de tales sistemas. A veces es posible interpretar un sistema geométrico de tal manera que pueda ser reemplazado por un sistema inicialmente diferente. Así, las geometrías bi-dimensionales de Riemann y Lobachevski han sido interpretadas como geometría euclidiana aplicada, respectivamente, a una superficie con una positiva constante y a una curvatura negativa constante. Algunas veces acontece que una teoría científica construida con referencia a cierto conjunto de objetos resulta ser un sistema con la misma estructura que un sistema construido con referencia a otro conjunto de objetos. Por ejemplo, la ley de la gravi-

tación es la ley del inverso del cuadrado; la misma ley rige la atracción eléctrica. Por lo tanto, los problemas de la electrostática pueden resolverse mediante la consideración de los problemas de la atracción gravitacional. Maxwell fue conducido a su teoría electromagnética de la luz por la consideración de la similitud de las relaciones que rigen entre las ondas de luz y las corrientes eléctricas.[9] Así, pues, un conjunto de sistemas deductivos interpretados de diferente manera vinieron a ser mapas, o modelos, o explicaciones los unos de los otros. El descubrimiento de tal similitud de relaciones ayuda al desarrollo de la ciencia. El hecho de que sea posible derivar conocimiento de un conjunto de objetos del conocimiento de otro, es una consecuencia de la similitud de sus relaciones, lo cual implica la identidad de sus propiedades formales.

Debe observarse que el método de interpretación sustituye a los objetos iniciales *indefinidos*, objetos que tienen propiedades no-formales. La *aplicación* de los sistemas deductivos consiste en esta sustitución.[10] Russell ha utilizado este método en la construcción de una teoría filosófica del mundo exterior. Podemos citar aquí su explicación del método.

"Sucede con frecuencia que tenemos un sistema matemático deductivo que parte de hipótesis relativas a objetos indefinidos, y que tenemos razones para creer que hay objetos que cumplen estas hipótesis, aunque, inicialmente, no podemos señalar ninguno de esos objetos con certeza. En tales casos, por lo general, aun cuando disponemos abstractamente de muchos diferentes conjuntos de objetos que cumplen la hipótesis, hay un conjunto que es mucho más importante que los demás... La sustitución de tal conjunto en lugar de los objetos indefinidos es la 'interpretación'."[11]

Hay dos puntos en este método de interpretación que requieren ser subrayados. Primero, el conjunto de objetos sustituido por los conceptos indefinidos son sustituidos *porque* tienen propiedades no-formales. Se desprende de ello que tales objetos sólo pueden ser descubiertos por la experiencia del mundo real. Segundo, tenemos que determinar qué significa una interpretación importante. La *importancia* de un conjunto de objetos dado es la pertinencia de tal conjunto a nuestros intereses. Russell, por ejemplo, dice que una interpretación es importante cuando "los objetos iniciales han sido definidos en términos de entidades que forman parte del mundo empírico, en oposición al mundo de la necesidad lógica". La interpretación de una

[9] Véase más adelante, capítulo XVI, p. 355.

[10] *Cf.* W. K. Clifford: "Todo lo que pueda ser explicado por el movimiento de un fluido puede explicarse igualmente bien ya sea por la atracción de las partículas o por las tensiones de una sustancia sólida; las tres distintas hipótesis producen exactamente los mismos cálculos matemáticos; y la ciencia, aun cuando es completamente independiente de las tres, puede escoger una de ellas para vincular diferentes procesos de indagación física."

[11] *Analysis of matter*, p. 4.

geometría que convirtiera a ésta en una rama de las matemáticas puras se considera conveniente y legítima, pero no es una interpretación importante. No cabe duda que "importancia", para la ciencia, significa en última instancia "susceptible de verificación mediante la observación sensorial". Es en esta forma como los sistemas deductivos pueden ser *aplicados* a la exploración del mundo exterior. El recurso final del científico es experimental. El lógico construye sistemas que son susceptibles de diversas interpretaciones; él muestra que los datos de la experiencia pueden hacerse encajar en diversos sistemas deductivos. El físico experimental selecciona aquel sistema deductivo que admite una interpretación *importante*. Esta posición la resume admirablemente el profesor Eddington cuando dice: "En un sentido, la teoría deductiva es el enemigo de la física experimental. Ésta siempre está tratando de establecer, mediante pruebas decisivas, la naturaleza de las cosas fundamentales; aquélla trata de menospreciar los éxitos obtenidos al mostrar cuán amplia es la naturaleza de las cosas compatible con todos los resultados experimentales." [12]

NOTA: J. WISDOM ha señalado (*Mind*, abril de 1931) que la definición de la similitud de estructuras que damos anteriormente en la página 241, "sugeriría que no hay dos sistemas que puedan tener la misma estructura a menos que la relación generadora de uno de ellos sea diferente de la relación generadora del otro" (*loc. cit.*, p. 268). Esta crítica es justa. De consiguiente, la definición debe ser corregida añadiéndosele que R puede ser S.

[12] *The mathematical theory of relativity*, § 103.

XII. INFERENCIA E IMPLICACIÓN

"El objeto de la lógica no es, por lo tanto, determinar si las conclusiones son verdaderas o falsas, sino determinar si lo que se afirma como conclusiones son *conclusiones*."—A. DE MORGAN.

§ 1. *La naturaleza de la inferencia*

LA INFERENCIA es indudablemente un proceso mental. Si, por lo tanto, nuestra concepción de la lógica fuese tal que restringiera la lógica a la teoría de las formas proposicionales, no tendríamos más necesidad de considerar la naturaleza de la inferencia que la que tiene el matemático de considerar los procesos psicológicos por los cuales un estudiante llega a aprehender un teorema matemático. Sin embargo, hemos concebido la lógica más ampliamente. Reconocemos que la investigación sistemática de las condiciones del pensamiento válido forma parte de la lógica.[1] De aquí que el lógico tenga que ver con la inferencia.

Debemos empezar distinguiendo la inferencia de otros procesos mentales que pueden confundirse fácilmente con ella. Un hombre que camina por una calle familiar reconoce con mayor o menor claridad los diversos objetos que ve. Por ejemplo, supongamos que un londinense va caminando por la calle Oxford. Puede ver un objeto escarlata que se mueve hacia él y reconocerlo inmediatamente como un vagón del *Correo Real*. Tal reconocimiento es inmediato. Quedaría expresado naturalmente en el juicio: "Ése es un vagón del correo." Supongamos ahora que el hombre se mete la mano en el bolsillo y, al palpar un objeto, pensara: "Esto es una pluma-fuente." Aquí, otra vez, su reconocimiento sería inmediato. Es decir, que en el primer caso, algo presentado visualmente fue *inmediatamente interpretado como tal o cual cosa;* en el segundo caso, algo palpablemente presentado fue *inmediatamente interpretado como tal o cual cosa.* Tales juicios inmediatos son juicios de percepción. Vimos en el capítulo I que aquello que se nos presenta visualmente siempre es menos que lo que correctamente decimos que vemos.[2] Pero de este hecho no se desprende

[1] *Cf.* capítulo XXV, § 1, más adelante.
[2] Véase p. 20.

que cuando decimos "Esto es una pluma fuente", estamos *infiriendo* la pluma a partir del dato sensorial del tacto; ni tampoco que estamos *infiriendo* la mesa a partir del dato sensorial cuando, al mirar una mesa, juzgamos "Ésa es una mesa." Es indudable que nuestra habilidad para percibir que *esto* es una pluma y que *ésta* es una mesa depende de nuestra experiencia previa. Pero es igualmente indudable que podemos, como resultado de nuestra experiencia previa, *percibir inmediatamente* que *esto es tal o cual cosa.* En tal reconocimiento inmediato no está implicada ninguna inferencia.[3] No hay ningún paso del dato a la conclusión. El reconocimiento no es siempre inmediato. Si, al tropezar con algún obstáculo en una habitación oscura, hubiese una experiencia que fuera *apropiadamente* formulada sólo en algún juicio como "Ése debe de ser el perro", entonces está implicada una inferencia no importa cuán rápido haya sido el proceso de inferir.

También es preciso distinguir la inferencia de la sugestión y el recuerdo. Cierto olor puede recordar alguna ocasión en el pasado en que ese olor fue percibido. Una azotea mojada vista a la distancia puede sugerir la superficie de un estanque. El pensamiento del estanque puede recordar un día de vacaciones en el verano. En estas experiencias no tiene por qué entrar la inferencia. Puede que no haya nada que pueda expresarse en la forma: "Esto, *por lo tanto* aquello." Retrocedamos a una ilustración que dimos en el primer capítulo. Un hombre, que descansaba sobre una roca, se entregaba a la ensoñación y tenía en ella una sucesión de pensamiento sugeridos en parte por sus experiencias sensoriales del momento, y en parte por sus recuerdos de sucesos pasados. Este pensamiento casual no estaba controlado por factores dentro de la propia ensoñación. Por esta razón, lo contrastamos con el pensamiento dirigido en que el hombre se empeñó tan pronto como tuvo que afrontar una situación que presentaba un problema por resolver. El hombre empezó entonces a conectar un hecho aprehendido con otros en cierta forma definida. Al conectar así, estaba infiriendo.

Es difícil, sin duda, distinguir con precisión entre aquellas experiencias en que no está comprendida la inferencia y aquellas en que sí lo está. Los psicólogos no se han puesto de acuerdo por lo que toca a dónde trazar la línea divisoria. Pero no es necesario que examinemos casos inciertos. Sólo nos interesa decidir qué debe estar presente cuando la inferencia ocurre. Podemos admitir que un juicio es considerado a veces inmediato, viéndose más tarde que dicho juicio ha implicado la extracción de una conclusión a partir de un dato. No es legítimo, sin embargo, distinguir dos *clases* de inferencia: inferencia *psicológica* e inferencia *lógica.* Toda inferencia es psicológica, pues la inferencia

[3] Véase G. E. MOORE, "Some judgments of perception", *Philosophical Studies,* pp. 220-221, 225-227. *Cf.* especialmente p. 226: "Cómo trazar la línea divisoria entre los juicios de esta clase, que son juicios de percepción, y los que no lo son, es algo que ignoro."

es un proceso mental; pero su *validez* depende de condiciones que no son psicológicas.

La inferencia, entonces, puede ser definida como un proceso mental en el que un pensante pasa de la aprehensión de algo dado —el dato— a algo —la conclusión— relacionado de cierta manera con el dato, y aceptado sólo porque el dato ha sido aceptado. El dato puede ser un dato sensorial, una situación perceptual compleja o una proposición. Podríamos definir la inferencia en forma más breve diciendo que la inferencia es el proceso mental en que el pensante pasa de una o más proposiciones a alguna otra proposición conectada con aquéllas en cierta forma. Así definida, "inferir" no es equivalente a "deducir". Algunos lógicos han usado estas palabras como sinónimos. Pero el sinónimo correcto de "deducir" es "inferir formalmente". La palabra "inferencia" se emplea correctamente en un sentido lo suficientemente amplio para incluir no sólo la *deducción* o la *inferencia formal,* sino también cualquier paso de un *dato,* A, a una *conclusión,* B. En otras palabras, "inferencia deductiva" no es un pleonasmo, ni "inferencia inductiva" una contradicción en los términos. [4] El que una inferencia sea deductiva o inductiva depende de la naturaleza de la relación que rija entre las proposiciones dadas y las proposiciones inferidas. Esta relación es la base lógica de la inferencia, de modo que, a menos que esta relación rija, la inferencia no puede ser válida. Pero aunque ésta es una condición necesaria de la inferencia, no es una condición suficiente. La posibilidad de la inferencia depende tanto de las relaciones lógicas que rigen entre las proposiciones como de la relación del pensante con estas proposiciones. Debe observarse también que la inferencia puede ser errónea. El pensante puede creer que dos proposiciones están de tal modo relacionadas que la una puede ser inferida válidamente de la otra, y esta creencia puede ser equivocada. En el siguiente párrafo consideraremos las condiciones que son necesarias a fin de que la inferencia sea válida. Pero primero debemos examinar la naturaleza de la afirmación.

Resulta obvio que una conclusión que es inferida es *afirmada.* Dada la proposición *p,* podemos inferir *por lo tanto q.* El "por lo tanto" marca la diferencia entre *implicación* e *inferencia.* La relación de implicación rige entre dos proposiciones dadas independientemente de cualquier pensante que pueda, o no pueda, aprehender esta relación. A fin de que haya inferencia, debe haber un pensante que *afirme* las proposiciones. Existe claramente una diferencia entre *afirmar* una pro-

[4] Podría ser el caso que sólo la inferencia deductiva sea inferencia *válida.* Este problema será examinado en el capítulo XXI. Sin embargo, no podemos ni siquiera plantear el problema referente a la validez de la inducción sin suponer que existe una cosa tal como la inferencia inductiva. Es digno de observarse que Russell, quien en 1903 no distinguía entre inferencia y deducción, en 1927 habla como si toda inferencia fuese inductiva. Cf. *The principles of mathematics,* p. 11 *n,* con *An outline of philosophy,* capítulo VII y XXV.

posición y meramente *considerar* o *contemplar* o *suponer* tal proposición. Por ejemplo: "Si p, entonces q" no afirma q, ni tampoco afirma p; mientras que "p, por lo tanto q" afirma tanto p como q. No es fácil determinar qué es exactamente lo que constituye la diferencia entre una proposición afirmada y una proposición no afirmada. Es obvio, sin embargo, que podemos usar una forma de palabras para expresar una proposición sin afirmar. De tal suerte, no toda proposición que es expresada es afirmada. Por ejemplo, la proposición "El juego será suspendido" puede ser el implicado de la proposición "Si este aguacero continúa, el juego será suspendido". Pero ninguna de estas proposiciones simples es afirmada; lo que se afirma es que el implicado es verdadero si el implicando lo es. Asimismo, alguien podría decir "Aristóteles creía que la Tierra es inmóvil" sin estar de acuerdo con la creencia de Aristóteles y, por lo tanto, sin *afirmar* la proposición "La Tierra es inmóvil." Lo que el hablante *afirma* es que Aristóteles creía una cierta proposición. Podría suponerse que una proposición que es afirmada es una proposición creída como verdadera por la persona que la afirma. Pero habría una dificultad para sostener esto, pues no puede sostenerse que *toda* proposición que es afirmada es creída por la persona que la afirma. Tal persona podría estar diciendo una mentira o haciendo una broma. Así, pues, no parece correcto decir que afirmar una proposición es expresar una proposición que se cree. De tal suerte, creencia no es lo mismo que afirmación. Pero una proposición que es creída es afirmada cuando es expresada. Podría, sin embargo, ser creída sin ser afirmada, y ser afirmada sin ser creída. [5] Todo lo que aparentemente podemos decir es que, cuando cualquiera afirma la proposición p, o bien cree p y afirma que p es verdadera, o bien no cree p pero se propone que sus oyentes acepten p como verdadera. La afirmación de p, entonces, parece ser equivalente a la postulación de p *como verdadera*, aun cuando la persona que afirma p pueda no creer p. Así, pues, la afirmación *que* p puede considerarse como equivalente a la afirmación *que* p *es verdadera.* [6] Es obvio, por supuesto que "p" y "p es verdadera" no expresan la *misma* proposición, puesto que tienen diferentes constituyentes; pero sí expresan proposiciones *equivalentes*.

Parece, entonces, que a fin de que haya inferencia, las proposiciones

[5] *Cf.* W. E. J., parte I, capítulo I, § 2. Johnson parece considerar *afirmación* como equivalente a *creencia consciente*, y sostener que la única alternativa de afirmar una proposición que es creída es la de meramente *pronunciarla*, es decir "pronunciar sin creencia". Pero hemos visto que una proposición puede ser expresada sin ser creída. De acuerdo con la concepción de Johnson, "pronunciar" una proposición parece significar usar una forma de palabras que *podría* usarse para expresar una proposición, pero que *es* usada para no expresar nada.

[6] Esto lo suponen FREGE y RUSSELL, quienes usan un símbolo especial, $\vdash$, para la afirmación. Así, "$\vdash p$" debe leerse como "Se afirma que p" o "p es verdadera". (Véase *Principia mathematica*, p. 9.)

que constituyen las premisas de la inferencia deben ser tomadas por verdaderas. Podría objetarse que una proposición puede ser meramente *supuesta* a fin de ver qué se desprende de ella. Pero, en este caso, la conclusión no sería *inferida*; tan sólo se vería que está implicada por la premisa supuesta. Algunas veces podemos decir: "Concedamos que la proposición *p* es verdadera; entonces se desprende *q*." Aquí *p* se *supone* verdadera, aunque la *suposición* de que *p* es verdadera puede hacerse, como veremos, a fin de establecer que *p* es en realidad falsa. Concluimos entonces que, para el propósito de la inferencia, las proposiciones deben ser afirmadas y que una proposición afirmada debe tomarse como equivalente a la afirmación de que la proposición es verdadera.

§ 2. *Las condiciones de la inferencia válida*

En este párrafo nos ocuparemos de las condiciones que son necesarias a fin de que una inferencia deductiva sea válida. Se recordará que en el capítulo VI establecimos una distinción entre el silogismo considerado como una forma de implicación y el silogismo considerado como una forma de argumento. Considerado como un *argumento*, el silogismo es una inferencia de la verdad de la conclusión a partir de la afirmación de las premisas. Marcamos esta distinción mediante el uso de "Si . . . entonces . . ." como el signo de la implicación, y "por lo tanto" como el signo del argumento, es decir, como el signo de una conclusión *afirmada*. Para que podamos pasar de *Si . . . entonces* a *por lo tanto*, deben satisfacerse ciertas condiciones. Estas condiciones son de dos clases, que Johnson ha distinguido claramente. Un conjunto de condiciones se refiere a las proposiciones y a las relaciones que rigen entre ellas. Estas condiciones son independientes del pensante y Johnson las llama "condiciones constitutivas". El otro conjunto de condiciones se refiere a la relación de las proposiciones con lo que el pensante pueda *saber*. Estas relaciones variarán según el conocimiento que el pensante posea. Johnson las llama "condiciones epistémicas" de la inferencia.[7] Ambos conjuntos de condiciones son necesarios para la inferencia válida. Esto no se ha visto siempre claramente. Russell, por ejemplo, ha expresado una concepción que sugiere que lo único necesario para la inferencia es que ciertas relaciones rijan entre las proposiciones. Así, dijo Russell: "Por lo común, en el examen de la inferencia, se permite la intromisión de un elemento psicológico y se considera nuestra adquisición de nuevos conocimientos por medio de este elemento. Pero es claro que allí donde inferimos válidamente una proposición de otra, lo hacemos en virtud de una relación que rige entre las dos proposiciones, percibámosla o no: la mente, en realidad, es tan puramente receptiva en la inferencia como el sen-

[7] *Logic*, parte I, pp. 2-3; parte II[a], capítulo I, § 3.

tido común la supone en la percepción de los objetos sensoriales." [8] Pero la posibilidad de la *inferencia* está condicionada por lo que el pensante sabe y lo que es verdadero, así como las relaciones lógicas entre las proposiciones.

Comenzaremos con las *condiciones constitutivas.* Para que la proposición *q* pueda ser deducida, o formalmente inferida, de *p*, debe haber entre *p* y *q* una relación tal que *q* sea una consecuencia de *p*. Esta relación recibe usualmente el nombre de "implicación". Más adelante, en otro párrafo, discutiremos qué significa exactamente "implicación" y si hay o no más de una relación que pueda regir entre *p* y *q* a fin de que *q* pueda ser deducida de *p*. Mientras tanto, continuaremos usando "implicación" para la relación entre *p* y *q* que se requiere para que haya inferencia válida. Debe observarse que la implicación es una relación *lógica* que rige entre las proposiciones; no es una relación que rige entre las proposiciones y el pensante. No es suficiente, sin embargo, que *p* implique *q*; es necesario también que *p* sea *verdadera,* si es que *q* ha de ser inferida válidamente de *p*. Esto es claro en vista del hecho de que en la inferencia *q es afirmada* y *p* debe ser *afirmada* también, es decir, que *p* debe ser *verdadera.* Así, pues, como dice Russell: "Cuando decimos *por lo tanto,* enunciamos una relación que sólo puede regir entre proposiciones *afirmadas,* y que difiere así de la implicación. Siempre que ocurre *por lo tanto,* la hipótesis [es decir, el implicando] puede omitirse y la conclusión afirmarse por sí misma". [9] Es decir, que la forma implicativa *Si p, entonces q* no es suficiente; necesitamos *Si p, entonces q,* y *p*. Las condiciones de que *p* debe ser verdadera y de que la relación de implicación debe regir entre *p* y *q,* son las condiciones constitutivas.

Puesto que la inferencia es un proceso en que un pensante pasa de algo conocido a algo *inferido,* es claro que no podríamos decir que habíamos *inferido q* si ya habíamos *afirmado q*. Es obvio, por lo tanto, que *q* no debe ser *conocida* como verdadera, e igualmente obvio que *q* no debe ser *conocida* como falsa. También debemos saber que *p* implica *q*. Estas condiciones son *epistémicas*; ellas relacionan con lo

[8] RUSSELL, *Principles of mathematics,* p. 33.

[9] *Loc. cit.,* p. 35. *Cf.* también *Principia mathematica.* "El proceso de inferencia es como sigue: una proposición '*p*' es afirmada, y una proposición '*p* implica *q*' es afirmada, y entonces, como una secuencia, la proposición '*q*' es afirmada. La confianza en la inferencia es la creencia de que si las dos proposiciones previas no son erróneas, la afirmación final no es errónea... El proceso de la inferencia no puede reducirse a símbolos. Su único registro es la ocurrencia de '$\vdash q$'... '$\vdash p \supset \vdash q$',... debe considerarse como una mera abreviación de la triple afirmación '$\vdash p$' y '$\vdash (p \supset q)$' y '$\vdash q$'. Así, pues, '$\vdash p \supset \vdash q$' puede leerse como '*p*, por lo tanto *q*', siendo en realidad la misma abreviación, esencialmente, que ésta; pues '*p*, por lo tanto *q*' no afirma explícitamente, lo que es parte de su significado: que *p* implica *q*. Una inferencia es la omisión de una premisa verdadera; es la disolución de una implicación" (p. 9, *cf.* pp. 94, 132).

que *sabe* el pensante que está infiriendo. Éstas son condiciones dependientes de la relación del pensante con las proposiciones comprendidas en el proceso de la inferencia. Estos dos conjuntos de condiciones pueden re-enunciarse de la siguiente manera:

Condiciones constitutivas: (i) p debe ser verdadera; (ii) p debe implicar q.

Condiciones epistémicas: (i) p debe ser conocida como verdadera; (ii) p debe ser conocida como implicativa de q sin que q sea conocida como verdadera.

De estos dos conjuntos de condiciones se desprende que, aunque p pueda *implicar* q cuando q es falsa, sin embargo q no puede ser inferida válidamente a partir de p a menos que se dé el caso de que p sea verdadera y también sea conocida como verdadera. Podría objetarse que la forma de argumento conocida como *reductio ad absurdum* es incompatible con esta afirmación. Pero tal objeción descansaría sobre un error. En una *reductio ad absurdum* suponemos que una proposición es verdadera a fin de mostrar que su verdad implicaría que una proposición *conocida* como falsa es verdadera; de lo cual se desprendería que la proposición supuesta como verdadera es falsa. Es decir: *sabemos* que (i) q es falsa; (ii) p implica q; *suponemos* que p es verdadera, y por lo tanto *inferimos* que q es verdadera. Pero, puesto que la verdad de q contradice la falsedad de q, y q es conocida como falsa, podemos inferir que p, que implica q, es falsa. El implicado no puede ser falso si el implicando es verdadero. En esta inferencia se exhiben las mismas condiciones constitutivas y epistémicas que en la inferencia válida de q a partir de p, y p *implica* q, cuando ambas p y q son verdaderas.

§ 3. *La validez del silogismo como una forma de prueba*

En la discusión ordinaria el silogismo se utiliza con frecuencia (generalmente en una forma abreviada) como un modo de establecer que cierta proposición es verdadera. Supóngase que la proposición en cuestión es r. Entonces el argumento toma la forma de: "usted admite p y q; admite que p y q juntas implican r; luego usted debe admitir que r es verdadera". La palabra "prueba" se aplica algunas veces a semejante modo de establecer que cierta proposición es verdadera. La validez de la prueba depende de lo correcto de la admisión de que ambas p y q son verdaderas, así como de lo correcto de la admisión de que juntas implican r. Ahora bien, es claro que en este caso no es lícito usar p y q para probar r a menos que, o bien p y q no requieran ninguna prueba o bien que hayan sido probadas sin el supuesto de la verdad de r. Si r es utilizada para probar p y entonces p es utilizada para probar r, el razonamiento es circular y por lo tanto falaz. Una falacia de este tipo es llamada *petitio principii*, o la falacia de dar por admitido lo que se discute. Por ejemplo, supongamos que inten-

tábamos probar que *Hildebrando es falible* deduciendo esta proposición de las dos premisas *Todos los hombres son falibles* e *Hildebrando es un hombre*. Este argumento sería falaz si la falibilidad de todos los hombres hubiese sido establecida previamente mediante una referencia al caso particular de Hildebrando entre otros. Debido a la circularidad del argumento, la conclusión no habría sido *probada*. Parece, entonces, que el que un argumento silogístico sea circular o no depende de la manera en que se haya obtenido la premisa mayor.

La validez y la utilidad de la inferencia silogística ha sido tema de controversia entre los lógicos. Pero los puntos principales que se presentan en relación con la inferencia silogística no siempre han sido claramente distinguidos. Ha habido confusión a causa del hecho de que algunos de los controversistas han intentado tratar simultáneamente cuatro problemas bien diferentes. Comenzaremos por distinguir estos cuatro problemas. Entonces intentaremos ver qué pertinencia tiene el examen de estos problemas respecto del problema de si la inferencia silogística es válida. Finalmente, consideraremos brevemente la teoría del silogismo de Mill.

Los cuatro problemas que deben distinguirse son los siguientes: (1) ¿Es el silogismo una forma en la que realmente razonamos? (2) ¿Es el silogismo la única forma de razonamiento? (3) ¿Nos da el silogismo conocimientos que no poseíamos anteriormente? (4) ¿Es la premisa mayor de un silogismo independiente de la conclusión?

(1) Nuestro tratamiento del silogismo como una forma de argumento muestra que la primera pregunta debe contestarse en la afirmativa. Es indudable que nuestros argumentos cotidianos son abreviados, pero si nuestras conclusiones fuesen impugnadas haríamos con frecuencia el intento de replicar a la impugnación mediante una afirmación explícita de las premisas. Esta afirmación explícita tomará a menudo la forma de un silogismo o de un antilogismo.

(2) Cuando se pregunta si el silogismo es la única forma de razonamiento, es claro que "razonamiento" debe entenderse como equivalente a "inferencia deductiva". Ciertamente es imposible afirmar que toda deducción es silogística. Quizá ningún lógico contemporáneo desearía afirmar que lo es. De consiguiente, no es provechoso examinar los argumentos erróneos que se han propuesto en apoyo de una respuesta afirmativa a esta pregunta.

(3) Preguntar si el silogismo nos da conocimientos que no teníamos anteriormente, es preguntar si alguien alguna vez aprende algo por medio de la inferencia silogística. Esto equivale a preguntar si hay *inferencia genuina* en un argumento silogístico, puesto que, a menos que sí aprendamos algo que anteriormente no sabíamos, no hay inferencia. Puede concederse de inmediato que muchos ejemplos de silogismos que se ofrecen en los libros de texto de lógica son tan familia-

res que el lector no adquiere nueva información a partir de la combinación de las dos premisas. Por ejemplo, el lector de este libro sabía que Sócrates es un hombre y que todos los hombres son mortales mucho antes de que encontrara estas proposiciones unidas de tal manera que constituyeran un silogismo en la primera figura. Pero no sería difícil encontrar ejemplos de premisas que sean conocidas pero que nunca hayan sido combinadas por el pensante para producir un silogismo. En tal caso, el pensante podría aprehender una conexión entre los términos extremos que anteriormente no había notado. [10] Pero no es nada fácil ver qué tiene que ver este problema con el problema de la validez de la inferencia silogística. Con todo, se supone algunas veces que si a esta pregunta se le da una respuesta negativa, puede verse entonces que la inferencia silogística es inválida. Dugald Stewart, por ejemplo, pregunta: "¿Es posible concebir una comprensión de tal manera estructurada que perciba la verdad de las proposiciones mayor y menor, pero no la fuerza de la conclusión? Lo contrario de esto debe hacérsele evidente a cualquier persona que sepa lo que es un silogismo." [11] Hay alguna dificultad para ver qué significa precisamente este problema. Si el autor se propone afirmar que todo el mundo ve de inmediato la conexión entre dos premisas y la conclusión, puede uno preguntarse si su respuesta no es una afirmativa demasiado generalizadora. Pero el problema relativo al espacio de tiempo requerido para aprehender la conexión entre "*p* y *q*" y "*r*" es impertinente al problema en cuestión, pues éste consiste en si *podemos conocer p* y *podemos conocer q* y *podemos conocer "p y q implican r"* sin haber conocido *r* anteriormente. Si alguna vez efectivamente vemos que una proposición se desprende de otras dos proposiciones, y anteriormente no habíamos *visto* que esto es así, entonces podemos ganar nuevos conocimientos por medio de una inferencia silogística. Pero el punto en cuestión no es si ganamos así nuevos conocimientos, sino si la verdad de la conclusión debe ser conocida *antes* de que se conozca la verdad de la premisa mayor. Este problema está relacionado especialmente con el silogismo subsuntivo y nos conduce al cuarto problema.

(4) El problema de si la premisa mayor es independiente de la conclusión no puede ser solventado hasta que sepamos qué significa "independiente". La premisa mayor ciertamente puede ser conocida sin que sea el caso de que la conclusión es conocida. Es decir, que puede ser *epistémicamente* independiente. Ahora tenemos que ver si puede ser *constitutivamente* independiente. En toda inferencia válida la conclusión debe ser constitutivamente implicada por las premisas, de modo

[10] *Cf.* George Eliot, *Daniel Deronda*, capítulo 52: "Yo nunca sostuve que mi fuerte fuera ser un razonador severo, pero puedo advertir que si lo mejor es A, y sucede que B es lo mejor, entonces B debe ser A, no importa cuán poco lo esperásemos previamente."

[11] *Works*, ed. Hamilton, III, p. 74.

que la premisa mayor no puede ser verdadera a menos que la conclusión sea verdadera. Lo inverso no rige, puesto que la implicación es una relación no-simétrica. Algunos lógicos han introducido una confusión innecesaria al examinar este problema, usando la palabra "contener". En este contexto, "contener" es un sinónimo desafortunado de "implicar".[12] No tenemos que considerar si las premisas *implican* la conclusión; si no la implicaran, no habría silogismo. El problema es si la conclusión forma *parte de la evidencia* en que se basa la premisa mayor. Si forma parte, entonces el razonamiento es circular. Éste sería el caso si la premisa mayor fuese una generalización enumerativa de un número de casos entre los cuales el término menor hubiese sido incluido. Pero no todas las premisas mayores son conocidas como el resultado de tal enumeración. Si la inducción es válida, entonces la conclusión de un silogismo puede no constituir parte de la evidencia en que se basa la premisa mayor.

Resumamos nuestro examen de estos cuatro problemas. Aquellos lógicos que han supuesto que ningún razonamiento es silogístico, están equivocados, no menos que aquellos que han supuesto que todo razonamiento es silogístico. Una inferencia silogística válida implica condiciones tanto constitutivas como epistémicas. Es posible algunas veces conocer la premisa mayor sin conocer la conclusión; en tales casos, la conclusión es epistémicamente independiente de la premisa mayor. La falacia de *petitio principii* está relacionada con las condiciones epistémicas; no tiene pertinencia alguna respecto de las condiciones constitutivas. En consecuencia, puesto que el silogismo puede ser epistémicamente válido, no puede ser considerado circular en virtud de su forma.

La teoría del silogismo de Mill difiere en dos aspectos de las concepciones que acabamos de considerar.[13] Primero, si bien aceptaba que "en todo silogismo considerado como un argumento para probar la conclusión hay una *petitio principii*", Mill consideraba sin embargo el silogismo como un modo de inferencia útil y válido; segundo, él sostenía que la evidencia para la conclusión es la misma que la evidencia para la premisa mayor, de modo que cualquiera de ellas podría ser extraída inmediatamente a partir de los mismos datos. La primera de estas opiniones es resultado de la segunda, que debe ser examinada en primer término. Ha habido una considerable mala interpretación de las concepciones de Mill, debida sin duda al hecho de que su capítulo sobre "Las funciones y el valor del silogismo" es sumamente oscuro en su expresión y contiene algunas graves inconsecuencias, algunas de las cuales pueden ser sólo verbales. Una lectura cuidadosa del capítulo sugiere que Mill reconocía que el problema en cuestión era la validez *epistémica* del silogismo, y que su solución plantea el problema de cómo hemos llegado a conocer la premisa

[12] BOSANQUET, *The essentials of logic.*

[13] *Logic,* libro II, capítulo III. Se supone que el alumno leerá la totalidad de este capítulo.

mayor. Su respuesta era que la mayor es obtenida mediante la suma de casos particulares, no todos los cuales tienen que haber sido observados realmente.[14] De la observación de ciertos casos particulares, *inferimos* una conclusión que incluye tanto a aquellos que han sido observados como a aquellos que no lo han sido. Así, una proposición universal (que forma la premisa mayor de la primera figura) se obtiene mediante generalización a partir de casos particulares. La generalización toma la forma: "X_1, X_2, X_3, etcétera, es *p*, por lo tanto *toda* X es p". Por ejemplo, de los casos particulares "Platón es mortal", "Aristóteles es mortal", y así sucesivamente, podemos inferir la conclusión "Todo hombre es mortal". Tomando esta proposición universal, Mill la aplicó al caso de un hombre que entonces vivía —el duque de Wellington— y dedujo la conclusión de que el duque también era mortal. Aquí, claramente, la mortalidad del duque no constituía parte de la evidencia en que descansaba la mayor. Por lo tanto, la conclusión era epistémicamente válida. Mill alegaba entonces que no era lógicamente necesario introducir la mayor a fin de extraer la conclusión. Argumentaba que podemos pasar inmediatamente de la observación de los casos particulares a la premisa general o al caso particular afirmado en la conclusión del silogismo. Mill afirmaba que la evidencia para la conclusión "Todos los hombres son mortales" es la misma que la evidencia para la conclusión "El duque de Wellington es mortal". Por lo tanto, la premisa mayor no es *lógicamente necesaria.* Mill no sostenía, sin embargo, que la mayor sea superflua; afirmaba que es psicológicamente útil y en casos complicados puede ser indispensable como una prueba. Según Mill, la mayor afirma una generalización a partir de los casos observados, y esta generalización puede recordarse más fácilmente que los casos particulares de los cuales se deriva. La mayor constituye así un recurso economizador de memoria. De consiguiente, "el razonamiento radica en el acto de generalización, no en la interpretación del registro de ese acto; pero la forma silogística es una seguridad colateral indispensable para que la propia generalización sea correcta".[15]

Al reseñar la teoría del silogismo de Mill, Johnson resume su argumento de la siguiente manera: "Ahora bien, el cargo de circularidad o *petitio principii* es epistémico; y todo el argumento de Mill

[14] El lenguaje de Mill es muy engañoso. Dice él: "Ahora bien, todo lo que el hombre puede observar son casos individuales. De éstos deben extraerse todas las verdades generales, y en ellos asimismo deben resolverse; pues una verdad general no es sino un agregado de verdades particulares, una expresión comprehensiva por medio de la cual un número indefinido de hechos individuales son afirmados o negados de inmediato. Pero una proposición general no es meramente una forma breve para registrar y conservar en la memoria un número de hechos particulares, todos los cuales han sido observados. La generalización no es un proceso de nombrar solamente; es también un proceso de inferencia." (*Loc. cit.,* § 3).

[15] *Loc. cit.,* § 3.

puede resumirse, por lo tanto, en la afirmación de que la validez epistémica del silogismo y la validez constitutiva de la inducción, que habían sido controvertidas por los lógicos anteriores, existen juntas o no existen." [16] Pero Johnson parece descuidar la parte, importante por cierto, del argumento de Mill que rehusa admitir que la premisa mayor es *lógicamente* necesaria. Mill salva la validez del silogismo sólo al hacer que la inferencia sea no-silogística. Debe observarse también que es indudable que Mill está equivocado al suponer que la evidencia para la mayor y para la conclusión es *la misma.* Si a partir de un conjunto de casos de X, cada uno de los cuales es *p*, inferimos que un otro X es *p*, la probabilidad de la verdad de la inferencia es mucho mayor que lo que sería si nuestra conclusión hubiese sido *toda* X es *p*. Es posible que Mill se hubiese rehusado a admitir esto, puesto que él afirmaba que una proposición obtenida por inducción, tal como "Todos los hombres son mortales", es *ciertamente* verdadera. Es imposible, sin embargo, reconciliar las concepciones de Mill sobre la inducción con lo que él dice acerca del método de obtener la premisa mayor de un silogismo. [17]

§ 4. *Implicación y deducción*

Debe de haber alguna relación o relaciones en virtud de las cuales la deducción es posible. Hemos señalado ya que una proposición es inferida algunas veces de otra, cuando no sería posible deducir la una de la otra. Es decir, que no toda inferencia es deductiva. Ahora tenemos que considerar qué relación o relaciones que puedan regir entre proposiciones harían posible la deducción. Este problema ha sido considerado plenamente por los lógicos matemáticos, quienes desean hacer explícitas todas las condiciones de la deducción válida y llevar el análisis de estas condiciones tan lejos como sea posible. Russell, por ejemplo, dice al principio de su examen: "Ahora bien, a fin de que una proposición pueda ser inferida de otra, es necesario que las dos tengan aquella relación que hace que una de ellas sea una consecuencia de la otra. Cuando una proposición *q* es una consecuencia de una proposición *p*, decimos que *p implica q*. Así, pues, la deducción depende de la relación de *implicación*, y todo sistema deductivo debe contener entre sus premisas tantas de las propiedades de la implicación como sean necesarias para hacer legítimo el procedimiento ordinario de la deducción." [18] Ciertamente se estará de acuerdo en que, a fin de que *q* pueda ser deducida de *p*, debe haber tal relación

[16] *Logic*, parte IIª, p. XIX.

[17] Es imposible reconciliar la pretensión de Mill de que la proposición general es una abreviación conveniente, con su concepción de que la generalización implica la inferencia.

[18] *Principia mathematica*, p. 90. Debe observarse que "inferida" aquí significa "inferida deductiva o formalmente".

entre ellas que *q sea una consecuencia de p*. Esta relación ha sido llamada usualmente "implicación", de modo que Russell parece estar de acuerdo con el uso ordinario del lenguaje cuando utiliza la expresión "*p* implica *q*" para la relación que rige entre *p* y *q* cuando *q* es una consecuencia de *p*. En los capítulos anteriores hemos usado constantemente la palabra "implica" en este sentido. Dijimos que las premisas de un silogismo *implican* la conclusión; que una proposición *implica* su obversa, y así sucesivamente. Cuando *p* implica *q*, entonces *q* puede ser deducida de *p*. Este lenguaje está de acuerdo con el sentido común. Decir que *q* es una consecuencia de *p*, o, para usar una expresión equivalente, que *q* "se desprende de" *p*, es decir que *q puede ser deducida* de *p*. Se estará de acuerdo generalmente en que "implicación" puede usarse apropiadamente para expresar esta relación. Pero no es claro, a partir de este acuerdo, que *Russell esté en realidad usando* la palabra "implica" en el sentido en que "implica" significa la conversa de "es una consecuencia de", o sea, en un sentido que expresaría la conversa de la relación "se desprende de". Tendremos que considerar si éste es o no el caso.

Comenzaremos por examinar la relación *se desprende de*. El profesor Moore usa la palabra "entraña" [*entails*] para expresar la conversa de "se desprende de", y nosotros usaremos esa palabra puesto que queremos indagar si "implica" se usa en un sentido en que no significa la conversa de "se desprende de". La relación de entrañar no es definible.[19] Lo que significa sólo puede explicarse dando ejemplos de proposiciones entre las cuales rija la relación y que serán perfectamente familiares. Éste es el método adoptado por el profesor Moore.[20] Moore dice que *se desprende* debe ser "entendido en el sentido en que, de la proposición relativa a cualquier término, de que esto es un ángulo recto *se desprende* que es un ángulo, y de la proposición relativa a cualquier término de que esto es rojo *se desprende* que tiene color. Obviamente, hay algún sentido sumamente importante en que de la proposición de que algo es un ángulo recto, sí se desprende que es un ángulo, y de la proposición de que esto es rojo, sí se desprende que es de color". Señala Moore que necesitamos "algún término para expresar la *conversa* de aquella relación que afirmamos rige entre una proposición particular *q* y una proposición particular *p*, cuando afirmamos que *q se desprende de* o *es deducible de p*". Esta relación debe expresarse mediante "entraña". Moore señala

[19] El profesor C. I. Lewis usa la expresión "implica estrictamente" en lugar de "entraña". Es cierto que él no define *implicación* estricta para los fines de su sistema simbólico. Pero toma como indefinida la noción de *imposibilidad*, y define "implicación estricta" en términos de *imposibilidad* y *negación*. Pero tal definición, aunque es útil para su propósito, no nos ayudaría, pues la *imposibilidad* es una noción menos clara que la de *entrañar*. (Véase A *survey of symbolic logic*, p. 298.)

[20] *Philosophical studies*: "External and internal relations", pp. 284-285, 291.

que " '*p entraña q*' estará relacionada con '*q* se desprende de *p*' en la misma forma en que 'A es mayor que B' está relacionada con 'B es menos que A' ".[21] Lo que se señala aquí es que hay una relación fácil de advertir, que rige entre la proposición "Esto es rojo" y la proposición "Esto tiene color", en virtud de la cual la segunda es deducible de la primera. Así, pues, "Esto es rojo" entraña "Esto tiene color". Es obvio, asimismo, que la conclusión de un silogismo en *Barbara* es deducible de las dos premisas tomadas como una proposición conjuntiva. Esta premisa conjuntiva *entraña* la conclusión. Por ejemplo, "Todas las αes son β y S es una α" *entraña* "S es una β". Por lo tanto, cuando usamos la palabra "implica" para expresar la relación que rige entre las premisas y la conclusión de un silogismo válido, damos a "implica" el significado de lo que ahora estamos llamando "entraña". Estos ejemplos muestran qué significa "entraña", aunque no intentamos definir la relación. El significado puede hacerse más claro mediante la consideración de algunos ejemplos de proposiciones entre las cuales no rige la relación de entraña, aunque una de las proposiciones es indudablemente inferida algunas veces de la otra. La proposición "Baldwin es un político" no *entraña* "Baldwin no cumple sus promesas"; "Sócrates es un hombre" no *entraña* "Sócrates es mortal", aunque ambas son verdaderas y "Sócrates es un hombre" *junta con* "Todos los hombres son mortales" sí entraña "Sócrates es mortal". Podría sugerirse que "entraña" es un nombre para una relación *evidente en sí misma.* No cabe duda de que la relación de entrañar es evidente en sí misma. Pero *evidente en sí misma* es una noción psicológica, y estamos afirmando que la relación que rige entre "Esto es rojo" y "Esto tiene color" es una relación *lógica* que no podría ser definida en términos psicológicos.

En el párrafo anterior hemos sostenido que la relación que rige entre *p* y *q* cuando *q* puede ser deducida de *p* es la relación de *entrañar.* Dada la relación *entraña,* entonces la deducción es posible. Ahora tenemos que indagar si ésta es la relación que Russell expresa mediante "implica", y si no lo es, tenemos que indagar si el sentido en que él usa la expresión "implicación" es tal que cuando "*p* implica *q*", "*q* es deducible de *p*".

Russell distingue entre *implicación material* e *implicación formal.* Define "implicación material" en términos de *disyunción*[22] y *negación.* Así, "*p* implica *q*" es definida como significativa de "O bien *p* es falsa o bien *q* es verdadera" (es decir, "O bien no-*p* o bien *q*").[23]

[21] En el resto de este párrafo usamos comillas en lugar de cursivas para distinguir las proposiciones del texto.

[22] *p* y *q* están *disyuntadas* cuando la relación *o bien . . . o bien* rige entre ellas. Así, Russell usa "disyunción" para expresar lo que nosotros hemos llamado "alternación".

[23] Será conveniente transcribir las palabras del propio Russell: "La propiedad esencial que requerimos de la implicación es ésta: 'Lo implicado por una proposición verdadera es verdadero.' En virtud de esta propiedad la

Esto equivale a "No es el caso que p sea verdadera y q falsa". Por ejemplo, "Sócrates es un hombre" *implica materialmente* "Sócrates es mortal" significa "No es el caso que 'Sócrates es un hombre' sea verdadera y 'Sócrates es mortal' sea falsa". " 'Baldwin es un político' *implica materialmente* 'La política industrial de Baldwin es previsora' " significa "No es el caso que 'Baldwin es un político' sea verdadera y 'La política industrial de Baldwin es previsora' sea falsa", o en la forma equivalente, "O bien Baldwin no es un político o bien la política industrial de Baldwin es previsora". Por *implicación formal,* Russell significa *implicación material general.* Por ejemplo, decir que "Todos los hombres son mortales" afirma una *implicación formal* es decir que la proposición "X tiene la propiedad de *ser un hombre*" implica materialmente "X tiene la propiedad de *ser mortal*", sea X lo que fuere. O, para usar el lenguaje russelliano de las funciones proposicionales, podemos decir que una implicación formal se obtiene cuando se afirma que para cada valor de x, la proposición "x es un hombre" implica materialmente "x es mortal". Así, pues, la implicación formal es una clase de implicaciones materiales; afirma que en *todo* caso de un cierto conjunto de casos, la implicación material rige. "Si algo tiene S, entonces ese algo tiene M" afirma una implicación formal.

Es la relación de la *implicación material* la que Russell considera como la única relación en virtud de la cual es posible la deducción. Así, dice Russell: "La relación en virtud de la cual nos es posible inferir válidamente es lo que yo llamo implicación material." [24] Argumenta Russell: "Es indudable que comúnmente no se afirmaría que '2+2=4' puede deducirse de 'Sócrates es un hombre' o que ambas están implicadas por 'Sócrates es un triángulo'. Pero la renuencia a admitir tales implicaciones se debe principalmente, en mi opinión, a la preocupación por la implicación formal, que es una noción mucho más familiar y está realmente ante la mente por lo general aun allí donde la implicación material es lo que es explícitamente mencionado." Por lo menos, es claro que la relación que rige entre "Sócrates es un hombre" y "2+2=4" no es la relación de *entrañar.* Ciertamente es verdadero que, o bien "Sócrates es un triángulo" es falsa, o bien "2+2=4" es verdadera, puesto que, en realidad (la primera de estas

implicación produce pruebas. Pero esta propiedad no determina en modo alguno si algo, y en tal caso qué, es implicado por una proposición falsa. Lo que sí determina es que, si p implica q, entonces no puede ser el caso que p sea verdadera y q sea falsa, es decir, debe ser el caso que o bien p sea falsa o q sea verdadera. La interpretación más conveniente de la implicación, es decir, a la inversa, que si bien p es falsa o q es verdadera, entonces 'p implica q' debe ser verdadera." *Principia mathematica,* I, p. 94. Russell usa "implicación" sin el sufijo "material" en *Principia mathematica* para denotar la relación que en *Principles of mathematics* llamó "implicación material".

[24] *Principles of mathematics,* § 38.

proposiciones es falsa y la segunda es verdadera. Pero parece claro que no puede sostenerse que "2+2=4" *es una consecuencia* de "Sócrates es un triángulo". No puede haber dudas de que *entraña e implica materialmente* son relaciones muy diferentes. La relación que rige entre "Esto es rojo" y "Esto tiene color" es totalmente diferente de la relación que rige entre "Sócrates es un triángulo" y "2+2=4". Si esto es así, parece desafortunado que la misma palabra, "implica", haya sido usada para expresar ambas relaciones. Russell, al defender su uso de "implica" en un sentido en el que nadie había usado anteriormente la palabra, dice: "Siempre y cuando nuestro uso de las palabras sea consecuente, importa poco cómo las definamos." [25] Indudablemente, el principio de Humpty Dumpty merece algún alegato en su favor. Pero el uso de una palabra que ya es familiar en cierto sentido, para expresar un sentido diferente de su significado original y susceptible de ser confundida con éste, puede llevarnos a consecuencias desafortunadas. Es difícil no recaer en el significado original, incurriendo así en aparentes paradojas que nos causarán perplejidad a nosotros mismos y a otros, e incluso caer en falsedades obvias. Russell no siempre ha sido capaz de mantener la distinción de los dos significados de "implica". Parece haberse dejado llevar por las asociaciones familiares de la palabra "implica", cayendo en lo que el profesor Moore llama la "enorme ridiculez" de suponer que " '*q* puede ser deducida de *p*' significa lo mismo que '*p* implica materialmente *q*' ". Esta "ridiculez" es la explicación de la afirmación de Russell antes citada al efecto de que "2+2=4" *es implicada* por "Sócrates es un triángulo" y de que "2+2=4" *puede ser deducida de* "Sócrates es un hombre".

La distinción entre *implica materialmente* y *entraña* podría ponerse de manifiesto de otra manera, introduciéndose la noción de la imposibilidad lógica. [26] Podemos ver que no *podría* ser verdad que X es un ángulo recto y sin embargo falso que X sea un ángulo; o que no *podría* ser verdadero que esto es rojo y sin embargo falso que esto tiene color. No intentamos definir la "imposibilidad lógica", pero decimos que decir que "*p* entraña *q*" es decir que no *podría* ser el caso que *p* sea verdadera y *q* falsa. Decir que "*p* implica materialmente *q*" es decir que *no es como una cuestión de hecho* el caso de que *p* sea verdadera y *q* falsa. Parece claro que existe una diferencia importante entre "*no podría ser*" y "*no es como una cuestión de hecho*", y que esta diferencia queda ejemplificada en la diferencia de la relación que rige entre "Esto es rojo" y "Esto tiene color", comparada con la relación que rige entre "Sócrates es un triángulo" y "2+2=4". ¿Puede decirse algo para justificar que hagamos esta distinción? Al examinar esta cuestión será conveniente utilizar símbolos taquigráficos. Simbolizaremos "entraña" con el símbolo "*ent.*" del

[25] *Int. math. phil.*, p. 146.

[26] Éste es el método que sigue el profesor C. I. Lewis.

profesor Moore, e "implica materialmente" con el símbolo ★ que el profesor Moore utiliza en lugar del símbolo ⊃ de Russell.

Deseamos mantener que si "*p ent. q*" significa "*p* no podría ser verdadera y *q* falsa", entonces existe entre *p* y *q* una relación tal que *q se desprende lógicamente* o *formalmente* de *p*. Independientemente de *que* puedan ser *p* y *q*, si "*p ent. q*", entonces *q* puede ser deducida formalmente de *p*. Si "*p* ★ *q*", significa "*p* no es como cuestión de hecho verdadera y *q* falsa", entonces no existe entre *p* y *q* una relación tal que *q* pueda ser deducida formalmente de *p*. Puede objetarse que "no podría ser" es equivalente a "*nunca* es como una cuestión de hecho". Esto significa que decir " '*x* es un ángulo recto' *ent.* '*x* es un ángulo' " es equivalente a decir que " '*x es un ángulo recto*' ★ '*x* es un ángulo' sea *x* lo que fuere". O sea, que explicamos la implicación material, cuando ésta rige entre *p* y *q*, como equivalente a *entraña* siempre y cuando que "*p* ★ *q*" sea un caso de una verdadera implicación formal. En otras palabras, de acuerdo con esta explicación, " 'Esto es rojo' *ent.* 'Esto tiene color' " *significa* " 'Esto es rojo' ★ 'Esto tiene color' " y éste es un caso de una función proposicional que siempre es verdadera.

Ésta parece ser la concepción de Russell. Decir que *p no podría ser falsa* es equivalente a decir que *p* es necesariamente verdadera. Ahora bien, Russell dice que lo que "necesario" *significa* es que una función proposicional siempre es verdadera. De tal suerte, dice Russell: "Las funciones proposicionales... son de tres clases: aquellas que son verdaderas para todos los valores del argumento o los argumentos, aquellas que son falsas para todos los valores, y aquellas que son verdaderas para algunos argumentos y falsas para otros. Las primeras pueden ser llamadas necesarias, las segundas imposibles y las terceras posibles." [27] Así, pues, de acuerdo con la concepción de Russell no hay diferencia entre decir "Esto es rojo" *ent.* "Esto tiene color" y " 'Esto tiene color' es verdadera en todos los casos en que 'Esto es rojo' es verdadera". O, asimismo, entre decir " 'Éste es un ángulo recto', *ent.* 'Éste es un ángulo' " y " 'Éste es un ángulo' es verdadera en todos los casos en que 'Éste es un ángulo recto' es verdadera". Por lo tanto, de acuerdo con esta concepción, "Todos los hombres son mortales y Sócrates es un hombre" está relacionada con "Sócrates es mortal" de la misma manera que "actualmente Baldwin es primer ministro" está relacionada con "Todos los primeros ministros conservadores en este siglo han tenido nombres que empiezan con B", puesto que estas dos últimas proposiciones son verdaderas. Parece claro, sin embargo, que la proposición "actualmente Baldwin es primer ministro" no puede ser deducida de "Todos los primeros ministros

[27] *The analysis of matter*, p. 170. Russell expresa la misma concepción en sus conferencias reproducidas en *The monist*, 1919, p. 193. No creo que Russell admitiría que su identificación de "implica materialmente" con la conversa de "se desprende de" es una "ridiculez" aunque el profesor Moore sugiere que sí lo haría.

conservadores en este siglo han tenido nombres que empiezan con B". Ciertamente parece obvio que estas relaciones no son iguales.

Este largo examen puede resumirse en la afirmación de que la relación que debe regir entre proposiciones, cuando éstas son tales que una puede ser deducida de la otra, es la relación formal de *entrañar*. Puede haber diferentes clases de entrañar, pero "*q* puede ser deducida de *p*" siempre es equivalente a "*p* entraña *q*".

SECCIÓN SEGUNDA

XIII. LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

"Me ipsum autem ad veritatis contemplationes, quam ad alia, magis fabrefactum deprehendi; ut qui mentem et ad rerum similitudinem (quod maximum est) agnoscendam satis mobilem, et ad differentiarum subtilitates observandas satis fixam et intentam haberem; qui et quaerendi desiderium, et dubitandi patientiam, et meditandi voluptatem, et asserendi cunctationem, et resipiscendi facilitatem, et disponendi sollicitudinem tenerem; quique nec novitatem affectarem, nec antiquitatem admirarer, et omnem imposturam odissem." —FRANCIS BACON

§ 1. *La importancia del orden*

EL PENSAMIENTO científico es pensamiento controlado y dirigido; es esencialmente *metódico*. El pensamiento controlado, en la medida en que tiene éxito, produce la organización de hechos aprehendidos originalmente de manera fragmentaria, inconexa y, quizá, discordante. La organización se logra mediante el descubrimiento de conexiones a través de las cuales se relaciona un hecho con otro. Los hechos aislados, dados en forma inconexa, se hacen encajar unos con otros en una colocación ordenada que produce lo que, relativamente al punto de partida, puede considerarse como un todo o un sistema. El orden no es lo mismo que el sistema. Lo que está ordenado son los hechos particulares; el sistema es la colocación ordenada resultante. La palabra vaga "hecho" ha sido utilizada porque es peculiarmente apropiada al tipo de orden que es más aparente en el comienzo de la investigación científica. Pero *orden* es un concepto requerido para otros propósitos diferentes de la ciencia. Al intentar explicar qué es el orden, es conveniente emplear el término *elemento*. Los elementos, entonces, pueden ser considerados como individuos, como hechos, como objetos de cualquier clase; los elementos son los que están ordenados. Tenemos que contrastar una colección desordenada de individuos con una disposición ordenada. Una disposición, o clase, de elementos no es, como tal, una disposición ordenada. Es decir, el orden no se logra mediante la organización en clase. Si todo lo que sabemos de un individuo es que pertenece a una clase cuya propie-

dad definidora conocemos, entonces *lo* que sabemos de ese individuo está limitado a lo que puede deducirse de esa propiedad definidora. El conocimiento acerca de otros miembros de la clase no nos da un conocimiento adicional de este individuo. Con una disposición ordenada sucede de otra manera.

Considérese, por ejemplo, la clase compuesta de todas las personas en un edificio dado, digamos una casa de reuniones de los cuáqueros. Podemos inferir acerca de algunos de ellos, con cierto grado de probabilidad, que tendrán características generalmente asociadas con los cuáqueros. Pero pueden estar presentes otras personas que no sean cuáqueros. Aun si excluimos estas personas, suponiendo así que sólo hay cuáqueros en el edificio, todo lo que sabemos acerca de cualquiera de estos individuos es lo que está dado en la propiedad definidora de *cuaquerismo*. Pero supóngase ahora que el edificio es la Estación Central de Correos. Aquí tenemos personas que obran de cierta manera en virtud de que son miembros de cierta organización. Ya no se requiere el edificio para seleccionar el conjunto de individuos. Incluimos todos los individuos ordenados por la organización de Correos. Asimismo, una organización comercial, como las tiendas Selfridge, *ordena* un conjunto de individuos cuyas propiedades están determinadas no tan sólo por ser miembros de una clase, sino por ser miembros de una disposición ordenada. Un tribunal, un colegio, una escuela, un hogar bien atendido constituyen ejemplos de disposición ordenada. Decir que un hogar está "bien atendido" es decir que exhibe una disposición ordenada, que los deberes y privilegios de sus miembros están determinados por su posición en la organización. Así, una disposición ordenada es lo que se significa usualmente cuando se habla de sistema. El sistema es un sistema porque consta de elementos *ordenados*. La palabra "sistema" se emplea a menudo de tal modo que restrinja su aplicación a las disposiciones que exhiben ciertos tipos de orden. Pero es mejor no restringirla así y admitir que el ordenamiento es susceptible de grados.

Podemos decir con mayor precisión que un conjunto de elementos exhibe orden cuando, dadas las propiedades de algunos miembros del conjunto, las propiedades de otros miembros del conjunto, o cuando menos de algunos de ellos, quedan por lo tanto determinadas. Esta determinación se debe a la *relación* que ordena el conjunto; no es una propiedad de los elementos considerados como una clase. Por ejemplo, los individuos que son ordenados por la organización de Correos pueden ser miembros de diversas clases y de otros diversos órdenes; pueden ser también padres, novelistas, ciudadanos. Así, pues, un orden es una relación que ordena los miembros de una clase —es decir, un conjunto de elementos— *en cierta forma*. [1] Cuando sabemos

[1] Una muchedumbre es desordenada cuando los movimientos de cualesquiera miembros son independientes de los movimientos de cualesquiera otros miembros. Es ordenada en la proposición en que los miembros están empeñados en hacer la misma cosa o son determinados en sus movimientos por

cómo está ordenado un conjunto de elementos, tenemos una base para la inferencia. El sistema solar constituye un caso de un conjunto ordenado de elementos.[2] Un conjunto de individuos sujetos a un código de disciplina, tal como un ejército, es un conjunto ordenado. El orden se encuentra en todos los departamentos de la vida. Lo que se llama civilización depende en gran medida del establecimiento de diversos órdenes que nos permiten dar por supuestas muchas cosas. Así podemos trazar nuestra conducta con referencia al sistema de orden de los Ferrocarriles, los Correos, el Código Penal, etcétera. Dados estos sistemas ordenados, podemos extraer inferencias relativas a la conducta de otros elementos del sistema. Hay diversos tipos de orden, así como son diversos los grados en que se puede hallar el ordenamiento. Una obra de arte exhibe un tipo de orden, que puede contrastarse con el tipo de orden que exhibe una escuela, un gobierno o una oficina de correos.

La introducción del orden en lo que era desordenado puede tener, entonces, todos los grados de complicación, y estas complicaciones pueden ser de varias clases. En la mayor parte de los casos, el orden se descubre mediante el pensamiento reflexivo. No está en la superficie de lo que constituye la experiencia. Esto es obvio, puesto que cualquier conjunto de individuos dado puede ser ordenado de diferentes maneras. El hombre promedio, cuyos intereses son prácticos, reconoce fácilmente un orden en los fenómenos periódicos y en gran escala de la naturaleza: el cambio recurrente del día a la noche, las fases de la luna, las mareas y, en algunas partes de la superficie del globo terráqueo, el retorno de las estaciones. No cabe duda que el hombre corriente —enterado pero comparativamente inculto— del siglo XX asentiría a la afirmación de que los fenómenos de la naturaleza son ordenados, del mismo modo que, pese al testimonio evidente de sus sentidos, asentiría a la afirmación de que la Tierra gira alrededor del Sol. Esta disposición a admitir un orden que no ha sido aprehendido es indudablemente, en parte, el resultado de la adaptación a nuestra civilización mecánica. El orden es más *aparente* donde el hombre ha trabajado. La rutina de la vida cotidiana en una comunidad moderna presenta un orden del tipo que se aprehende más fácilmente. Ella comparte, además, en considerable medida, la pe-

los movimientos de otros miembros, por ejemplo: en un mercado donde algunos son compradores y otros vendedores. La diferencia puede expresarse formalmente de la siguiente manera: una muchedumbre es desordenada cuando los movimientos de A, B, etcétera, no guardan con N, S, etcétera, una relación tal que forme una base de inferencia; la muchedumbre es ordenada en la proporción en que tal inferencia es posible.

[2] El sistema solar puede considerarse como un *orden*, puesto que del hecho de que un planeta tiene tal o cual posición es posible extraer inferencias. Tales inferencias deben distinguirse de aquellas que dependen de las leyes generales del movimiento planetario, por ejemplo: la ley newtoniana de la gravitación.

riodicidad de los fenómenos naturales. Mientras no ocurre ningún desastre súbito o abrumador que interrumpa la rutina, su orden es aceptado como *natural* y como fuente del tipo de orden en cuyos términos debe interpretarse el orden de la naturaleza.

La necesidad de orden en los acontecimientos de la vida cotidiana es obvia. Sin cierto grado de orden, nuestra vida sería una pesadilla caótica, aun cuando no sería *aprehendida* como tal. Los informes que tenemos de los pueblos primitivos nos revelan su lucha para imponerles algún orden a los acontecimientos, a fin de poder controlarlos. En su *uniformidad ritual,* en su *origen práctico* y en su *desarrollo frente a diferentes situaciones,* las prácticas mágicas son afines a la ciencia. No nos interesa en este punto trazar el desarrollo de la magia primitiva a la ciencia moderna. Basta señalar la continuidad lógica del desarrollo, no importa cuán interrumpido haya sido su progreso histórico y cuán diversa su finalidad última. La continuidad se debe al intento de lograr un orden frente a los hechos.

La pertinencia del asunto del orden respecto de la indagación sistemática puede considerarse, pues, como evidente. El pensamiento científico consiste esencialmente en la organización, o coordinación, de los hechos con los que trata. Una colección de hechos inconexos no constituye una ciencia, como tampoco una multitud de hombres constituye un colegio ni un montón de ladrillos un edificio. Las ciencias no tienen que ver con los hechos como tales, sino con los hechos ordenados. Una diferencia principal entre las etapas primitivas de la ciencia y las etapas posteriores se encuentra en la prominencia creciente del orden. Lo que es importante en última instancia para la ciencia es el tipo de orden, más bien que los elementos que están ordenados. Por esta razón, la ciencia más desarrollada, o sea la física teórica, parece tener que ver con algo sumamente alejado de lo que el hombre ordinario consideraría como un *hecho.* La ciencia tiene su origen en el intento de coordinar los hechos de la experiencia sensorial; pero, en el descubrimiento del tipo apropiado de orden, pasa a la consideración de un *diferente orden de hechos.* Los hechos aislados son inútiles para la ciencia. Hechos tales como que el canto de un cuclillo se escuchó cierto día del pasado mes de abril, que está ocurriendo un eclipse solar, que un gusano ha sido cortado en dos, no constituyen, *como hechos aislados,* ni siquiera la materia prima de la ciencia. Esto es obvio, pero no siempre se recuerda. El niño que recoge conchas al azar en la playa o que para su deleite inmediato arranca flores que después deja caer a la vera del camino, no se halla más lejos de la investigación científica que el hombre que sabe que el agua hierve a los 100° centígrados pero no puede utilizar este hecho para coordinar otros hechos. Pero el niño que pone sus conchas en cierta disposición, aunque cuando ésta esté determinada por su tamaño o por la fecha en que las encontró, está colocando las conchas dentro de un orden que hace posible la inferencia. Está siguiendo un

procedimiento no del todo disímil de la etapa primitiva del método científico.

§ 2. *"Ciencias" y "método científico"*

No es posible dar una definición precisa de lo que significa "ciencia". Es posible, sin embargo, señalar ciertas características que distinguen esas ramas del conocimiento llamadas "ciencias" de otras que no son llamadas así. El hombre ordinario usa la palabra "ciencia" más o menos correctamente. Si se le preguntara qué significa "ciencia", probablemente contestaría dando una lista de las ciencias naturales —astronomía, física, química, geología, zoología, botánica, fisiología— añadiendo quizá las matemáticas. Posiblemente incluiría la psicología. Esta contestación podría deberse a la creencia de que lo que constituye una "ciencia" es la *clase de hechos* estudiados. Todas las ciencias naturales tratan hechos relativos a la experiencia sensorial de una manera obvia. Demos a esos hechos el nombre de *hechos sensoriales*. Entonces un hecho *sensorial* es un *hecho observable*. Pero una mera colección de tales hechos no basta para constituir una ciencia. Se necesita además una cierta clase de actitud frente a los hechos y un método predominantemente lógico. Por esta razón, el estudiante de lógica tiene que ver con la ciencia. Las exigencias de este método determinan si un hecho observable dado es un dato posible para la ciencia. Es decir, que el científico selecciona aquellos datos que pueden ser tratados de acuerdo con su método. Tenemos, entonces, dos características que pertenecen a la ciencia: la selección de cierta clase de hechos y el uso de cierta clase de método. La dependencia de la primera de estas características respecto de la segunda puede ilustrarse por medio de la controversia acerca de si la psicología es una ciencia. Quienes niegan que lo sea afirman que el psicólogo emplea un método especial, llamado introspección, que no se puede sujetar a las pruebas de la ciencia; quienes afirman que la psicología sí es una ciencia, o bien niegan que ésta utilice la introspección o bien afirman que este método es científico.[3] En la medida en que haya una controversia acerca de cuáles son los *datos* de la psicología, la controversia recae sobre *qué clase de hechos* pueden ser investigados por medio del método científico. Es el método empleado lo que determina si un estudio dado es una ciencia o no.[4] La aplicabilidad

[3] Los psicólogos "behavioristas" sostienen lo primero; Bertrand Russell sostiene lo segundo.

[4] El uso moderno de la palabra "ciencia" daría a entender, ordinariamente, una antítesis de "filosofía". Pero en los siglos diecisiete y dieciocho, lo que ahora llamamos "ciencia natural" se llamaba "filosofía natural". Es en este sentido que Newton usa "filosofía" y "filosófico". La palabra "ciencia", según Merz, "adquirió su actual significado definido hacia la época de la formación de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia (1831)".

de este método a los hechos del mundo exterior es lo que hace *científicas* a las llamadas ciencias naturales. La distinción entre una rama de una ciencia natural y otra es determinada por la clase de hechos que trata. El grado de rigor con que puede utilizarse el método depende de la naturaleza de los hechos investigados. Mientras menos riguroso sea el método, menos avanzada es la ciencia.

Las ciencias naturales, pues, tienen que ver con la investigación de hechos observables de acuerdo con cierto método. Este énfasis en el método nos permite advertir que las matemáticas son también una ciencia. Pero las matemáticas son fundamentalmente diferentes de las ciencias naturales. El que una proposición afirmada en la ciencia natural sea verdadera, depende de lo que hay realmente en el mundo; la prueba última radica en el recurso que se hace a lo que es observable. Una proposición matemática es independiente de lo que existe. La distinción entre las matemáticas y las ciencias naturales es la distinción entre la ciencia pura y la ciencia empírica. La oposición es entre ciencia *pura* y ciencia *empírica*, no entre ciencia *pura* y ciencia *aplicada*. El adjetivo "empírica" se deriva de "experiencia". No es fácil definir "experiencia", pero la noción puede hacerse más clara con la ayuda de ejemplos. Un ciego no puede tener una experiencia que consista en tener conciencia de una mancha roja; es decir, él no puede tener conocimiento directo del referendo de "rojo". En consecuencia, no sabe qué *significa* "rojo". Un sordo no puede estar consciente del sonido de B# en un violín. Un paralítico de nacimiento no puede tener conciencia de sensaciones en las piernas como las que experimentan las personas normales al caminar. Aquellos que pueden ver, oír y caminar pueden tener tales experiencias; su conocimiento es empírico. Si nada en el mundo fuese rojo, nadie podría tener la experiencia que consiste en ver una mancha roja. La *mancha roja*, el *sonido de B# en un violín*, son ejemplos de lo que hemos llamado hechos sensoriales. Sólo pueden conocerse por conocimiento directo. La proposición "Algunas rosas son rojas" debe ser falsa si no hay nada en el mundo que sea rojo. Sólo *podría conocerse* como verdadera si alguien hubiese visto una rosa roja. Los hechos que sólo se *pueden* conocer por medio de la observación sensorial son hechos empíricos. Tales hechos empíricos constituyen los datos originales de las ciencias naturales, y, en consecuencia, son llamados empíricos. Las proposiciones matemáticas, al ser independientes de lo que existe, son independientes de la experiencia. Es cierto que por primera vez llegamos a saber que $2 + 2 = 4$ al observar dos conjuntos de dos cosas y un conjunto de cuatro cosas. Pero es fácil que la verdad de la proposi-

Señala este autor que en Francia se la había usado con ese significado mucho antes. Así, la "Académie des Sciences", fundada en 1666, empleaba la palabra en su significado actual, mientras que el principal organismo científico inglés, fundado en 1662, era conocido por el título de "La Real Sociedad para el Mejoramiento del Conocimiento Natural". (Véase MERZ, *History of european thought in the Nineteenth Century*, I, p. 89).

ción $2 + 2 = 4$ es independiente de estos conjuntos de cosas y podría haber sido conocida sin referencia a ellos. Éste no es el caso con una proposición empírica. El que la proposición "El azúcar se disuelve en agua" sea verdadera depende de lo que hay realmente en el mundo; sólo podría ser *conocida* como verdadera mediante la observación de trozos particulares de azúcar. Esta diferencia en la naturaleza de una proposición matemática y de una proposición empírica implica alguna diferencia en el método empleado por el matemático y por el científico empírico. Debido a su independencia respecto de los hechos empíricos, las matemáticas son una ciencia totalmente deductiva; por lo tanto, emplean un método de demostración exacta. En otras palabras, las matemáticas son una ciencia formal. Las ciencias empíricas, en cambio, dependen de la generalización a partir de la experiencia; sus conclusiones no son demostradas, sino verificadas mediante la observación sensorial. En otras palabras, la ciencia empírica implica la inducción. De la naturaleza precisa de la inducción trataremos en el siguiente capítulo. Aquí basta señalar que las ciencias empíricas difieren de las matemáticas tanto en la naturaleza de su objeto de estudio como en su método. Ello no obstante, ambas son *ciencias* porque su método ha sido desarrollado únicamente con la finalidad de comprender los hechos que les interesan. El científico se propone ordenar los hechos de modo que sean inteligibles.

Las ciencias son, pues, ramas ordenadas del conocimiento. El método de ordenar los datos es el *método científico*. El adjetivo "científico", sin embargo, se emplea a menudo más ampliamente que el sustantivo correspondiente "ciencia". Se le extiende para caracterizar todos los procesos del pensamiento que terminan en conclusiones que un hombre razonable puede aceptar. Cuando decimos que alguien tiene una "mente científica", significamos que sus convicciones son convicciones *razonadas*, que antes de llegar a una conclusión pondera la evidencia, tomando en cuenta todos los hechos pertinentes. No acepta una conclusión simplemente porque esté en armonía con sus deseos; ni tampoco consideraría que tal armonía es una *razón* para rechazar la conclusión. Esta disposición a aceptar sólo lo que los hechos justifican es una característica del pensador científico. En el sentido más estrecho, el pensador científico es una persona que se propone comprender lo que sucede simplemente por el beneficio de comprenderlo. Para lograr tal comprensión debe estar preparado para no aceptar las cosas por su valor aparente, para dudar de lo que es familiar y aparentemente obvio y, sin embargo, no contentarse con permanecer en la duda. El científico —como dice Bacon— [5] debe estar dispuesto a buscar, debe ser lento para afirmar y debe estar preparado para dudar; y, sin embargo, debe ser rápido en la aprehensión de las similitudes en las cosas, capaz de distinguir sus diferencias y cuidadoso para ordenarlas. Indudablemente, ningún científico exhibe estas características mentales en toda ocasión. Pero los descu-

[5] Véase el epígrafe del capítulo.

brimientos científicos los hacen aquellos que, con referencia a una región de hechos dada, son capaces de tal manera de pensar.

§ 3. *El pensamiento del sentido común y el método científico*

La ciencia ha sido descrita como sentido común organizado. Pero la ciencia difiere del sentido común no sólo en el grado de organización alcanzado, sino también en los tipos de orden aprehendidos. Ello no obstante, la descripción no es del todo inaplicable a las primeras etapas de la indagación científica. La ciencia ha nacido del conocimiento del sentido común, teniendo por origen la necesidad del hombre de conocer su medio ambiente para poder controlarlo. El deseo desinteresado de saber es un acontecimiento posterior. Es raro aun en nuestros días, pero es la condición sin la cual resulta imposible el desarrollo de la ciencia.

Un ejemplo vulgar mostrará cómo un hombre práctico enfrentado a una ocurrencia inesperada puede tratar de explicar una situación mediante la organización de hechos pertinentes en un todo coherente. Supóngase que un hombre, habiendo dejado vacío su apartamiento, regresa en las primeras horas de la noche y encuentra que la puerta de entrada está cerrada con cerrojo. El hombre sabe que no dejó a nadie dentro del apartamiento. ¿Cómo, entonces, explicarse la puerta cerrada con cerrojo? La primera idea que probablemente se le ocurra a un londinense es que un ladrón penetró en el apartamiento. La sugestión salta en su mente casi antes de que él haya tenido tiempo de reflexionar. Pero entonces se presenta una dificultad que impide la aceptación de esta idea. ¿Cómo pudo un ladrón dejar el cerrojo puesto desde adentro? El apartamiento se encuentra en el tercer piso de un edificio con fachada lisa, de modo que es improbable que alguien haya entrado por una ventana. Quizá el cerrojo se haya cerrado solo, al resbalarse. Pero esta idea es rechazada inmediatamente, puesto que se trata de un cerrojo firme y horizontal que rara vez se usa. Alguien debe de haberlo cerrado desde adentro. Después de forzar la puerta, el hombre examina el apartamiento en busca de una confirmación de su sospecha. No hay nadie en su estudio, pero encuentra abiertas las gavetas de su escritorio y su contenido regado por el suelo. Él sabe que no había dinero en el escritorio, así que no se detiene a examinar las gavetas; pero va inmediatamente al comedor, donde están los cubiertos de plata. Descubre que faltan dos tazas de plata y que los cubiertos han desaparecido. Estos hechos son una amplia confirmación de su creencia de que ha sido robado. Pero queda todavía por resolver el hecho enigmático de la puerta cerrada con cerrojo desde adentro. Cuando el hombre camina por el pasillo, ve una luz por debajo de la puerta de la cocina. Quizá el ladrón se encuentra todavía dentro del apartamiento. Pero la cocina está vacía. Sobre la mesa quedan restos de

comida. La ventana está abierta de par en par. El hombre recuerda el ascensor de los paquetes y piensa ahora que la situación está explicada. Cualquiera que haya sido el medio de entrada, la salida ha tenido lugar por el ascensor de los paquetes. La puerta cerrada con cerrojo por dentro tenía por objeto, sin duda, dar tiempo de escapar al ladrón en caso de que el dueño del apartamento regresara muy temprano.

En este ejemplo, un conjunto de hechos aislados están conectados a fin de explicar un suceso que requería, a juicio de alguien, una explicación. La idea del robo, sugerida por la experiencia previa, fue desarrollada en una serie de suposiciones de la forma: *Si tal o cual, entonces tal o cual.* Las consecuencias de la suposición fueron puestas a prueba por medio de la observación directa de un hecho que se suponía probable. Otro hecho que fue observado pero que no había sido deducido, suministró un eslabón importante en la conexión de los hechos. Debe observarse que la circunstancia que había de ser explicada ocurrió dentro de una situación familiar en sus rasgos principales. En consecuencia, el hombre no tuvo dificultad en descartar algunas posibles sugestiones como simplemente impertinentes. Las etapas en esta investigación pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Conciencia de una situación familiar compleja en la que algún hecho singular fue aprehendido como peculiar, es decir, como distinto de lo que podía esperarse. Por lo tanto, se siente la necesidad de *explicar* este hecho conectándolo con una situación total en la que su ocurrencia no sería inesperada.

2. La formación de una hipótesis que conectaría el hecho inesperado con otros hechos.

3. El desarrollo deductivo de la hipótesis.

4. La puesta a prueba de las consecuencias deducidas mediante el recurso a hechos observables. El éxito logrado en esta cuarta etapa señala la aceptación de la hipótesis como explicativa del hecho dado. Desde el punto de vista del londinense ordinario, se pensaría que, en el caso dado, ninguna *otra* suposición explicaría tan bien todos los hechos observados.

Por lo que se refiere a una investigación tal, podría decirse que *explicamos* un hecho cuando hemos mostrado que está conectado de una manera ordenada con otros hechos que no requieren ser explicados. Son las ocurrencias inusitadas, y por lo tanto inexperadas, las que llevan al hombre ordinario a preguntar: ¿Cómo ha sucedido esto? El hombre ordinario emprende el análisis de las condiciones de las cuales el hecho puede ser una consecuencia, sólo cuando el hecho es desusado o sorprendente. La curiosidad del científico no está limitada de esta manera, ni tampoco la familiaridad crea en él la

ilusión de comprender. Esto señala una desviación respecto del punto de vista del hombre ordinario. Como dice el profesor Whitehead: "Hace falta una mente muy poco usual para comprender el análisis de lo obvio." Debido a esta diferencia en sus puntos de vista, el hombre ordinario se da por satisfecho a veces con la respuesta "Porque siempre sucede así", en tanto que el científico reconoce que tal respuesta es el comienzo de una explicación. En última instancia, la explicación de los hechos ha de hallarse en la organización de éstos en un sistema. Debido a sus intereses predominantemente prácticos y a su consecuente renuencia a emprender un análisis laborioso de la situación, el hombre ordinario detiene tan pronto sus indagaciones. Los problemas como los que él se encuentra pueden resolverse usualmente a su satisfacción sin ir más allá del orden que resulta de las asociaciones habituales de una experiencia con otra.

Las cuatro etapas anteriormente enumeradas se consideran algunas veces como constitutivas de lo que se ha llamado el *método inductivo.* La palabra "inducción" es ambigua, y la examinaremos en el siguiente capítulo. Aquí nos interesa sólo observar el parecido entre el pensamiento del sentido común y algunos aspectos del método científico. Para hacer más clara la comparación, será conveniente dar un ejemplo simplificado del razonamiento científico. El hombre ordinario, aunque ha experimentado frecuentemente la resistencia cuando, por ejemplo, trata de caminar de frente a un ventarrón o trata de comprimir con sus manos una vejiga llena de aire, no piensa por lo común, sin embargo, en el aire como un cuerpo; no aprehende el aire como algo que tiene peso. Pero la suposición de que el aire tiene peso sirve para conectar un número de hechos inconexos que, de otro modo, serían enigmáticos debido a su inconexión. Si al hombre ordinario se le preguntase por qué el agua *sube* en una bomba, probablemente se contentaría con responder que el agua es extraída hacia arriba por la succión. Pensaría en la succión como una fuerza, y no consideraría que esta noción de una *fuerza* requiere, ella misma, una explicación. En los comienzos del siglo diecisiete, los científicos se contentaban con explicar la succión mediante el supuesto horror de la naturaleza al vacío. Pero, aparte lo insatisfactorio que es considerar el *horror* como una noción explicatoria, se presenta una dificultad proveniente del hecho observado de que este horror parece limitarse a unos once metros al nivel del mar. Galileo [6] había concebido ya que el aire tenía peso y había tratado de determinar ese peso. Torricelli [7] pensó en conectar el peso del aire con el horror al vacío. Concibió el plan de medir la resistencia del aire por medio de una columna de mercurio. Tomó un tubo de cristal de un poco más de un metro de longitud, cerrado en un extremo y lleno de mercurio.

[6] Galileo vivió de 1564 a 1642.

[7] Torricelli inventó el barómetro en 1643. Una buena descripción de este experimento aparece en C. D. Whetham, *Matter and Change.* Véase también Mach, *Science of mechanics,* capítulo I, § VIII.

Lo invirtió sobre el mercurio contenido en una artesa, tapando con un dedo el extremo abierto del tubo. Cuando retiró el dedo, el mercurio descendió hasta detenerse a un nivel de 76 centímetros aproximadamente. Este descenso pudo explicarse como resultado de la presión de una columna de aire. Este descubrimiento no sólo condujo a la invención del barómetro, sino que también permitió conectar un número de hechos, hasta entonces inconexos, de una manera ordenada. Pareció razonable suponer que la presión del aire variaría bajo diferentes condiciones y que tendría diferentes efectos a diferentes alturas sobre el nivel del mar. Un comité de la Real Sociedad elaboró una serie de problemas que debían ser sometidos a experimentación en una alta montaña de Tenerife. [8] Los problemas fueron planteados de modo que sugirieran lo que podría esperarse si la presión de la atmósfera era un hecho. Tres de los problemas servirán para ilustrar la fecundidad de esta suposición:

1. "Hágase el experimento del mercurio en la cima y en varios otros puntos en la eminencia de la montaña; y al final del experimento en la cumbre, sáquese rápidamente el tubo del mercurio en la artesa y obsérvese si el mercurio restante es impelido con la fuerza remanente o no. Y mídase con instrumentos, con la exactitud que se pueda, la verdadera altitud de cada lugar donde se haga el experimento; y obsérvese al mismo tiempo la temperatura del aire, por lo que toca al calor y el frío, por medio de un termómetro; y por lo que toca a la humedad y la sequedad con un horóscopo; y obsérvese qué sensación del aire tienen los experimentadores en esos momentos respectivamente.

2. "Llévense vejigas, unas con un poco de aire adentro, otras con un poco más, y otras totalmente llenas; y obsérvese cómo se alteran en los diversos ascensos.

3. "Obsérvese qué alteraciones se producen en las criaturas vivientes llevadas allí, tanto antes como después de ser alimentadas; y qué descubren en sí mismos los experimentadores por lo que se refiere a dificultad para respirar, vértigo, inclinación al vómito, mareo, etcétera."

Estos ejemplos bastan para ilustrar cómo una suposición que está relacionada con un conjunto de hechos que han de ser explicados, puede ser susceptible de desarrollarse en una serie de sugestiones acerca de lo que se podría esperar que sucediera bajo ciertas condiciones determinadas. Cuando esas condiciones pueden obtenerse, las sugestiones pueden someterse a prueba. Una suposición que sirve en

[8] El texto está extraído de un discurso de Sir W. Bragg sobre "The influence of learned societies on the development of England" ("La influencia de las sociedades eruditas en el desarrollo de Inglaterra"), publicado en *Craftsmanship and Science* (*Forum Series*). Véanse pp. 37-38.

esta forma para conectar hechos de una manera regular, es lo que se conoce como una *hipótesis*. Cuando las consecuencias de la hipótesis pueden probarse mediante la observación directa, se produce nueva evidencia para aceptar o rechazar la suposición original. Algunas veces, como en el ejemplo del robo en el apartamiento, las consecuencias deducidas son del tipo de las que han sucedido o no. Todo lo que el hombre tuvo que hacer fue ir a ver. Algunas veces el investigador tiene que organizar las condiciones de modo que se produzca el resultado esperado. Éste fue el caso del problema del científico que mencionamos anteriormente. La organización deliberada de las condiciones constituye un *experimento*. Debe observarse que los experimentos sugeridos en los párrafos anteriores son, en tanto *experimentos*, muy simples. No requerían los instrumentos maravillosamente construidos y sumamente delicados por medio de los cuales se hace avanzar en nuestros días el conocimiento físico. Indudablemente se habrían efectuado con más facilidad si los instrumentos empleados hubiesen sido más adecuados, pero no fue la falta de instrumentos apropiados lo que impidió a los científicos anteriores llevar a cabo tales observaciones. La importancia de estas observaciones radica en el hecho de que ellas proporcionaron la confirmación experiencial de una hipótesis que servía para conectar hechos que, de otra manera, habrían pasado desapercibidos y quedado sin explicación.

Hay una alternación constante entre la observación y la hipótesis en cualquier intento de explicar un hecho inesperado. Se advierte que una suposición que va más allá de lo inmediatamente observado es tal que conectaría el hecho dado con otros hechos que se ha esperado o podría esperarse observar. Si la observación, experimental o no, revela tal hecho, entonces la conexión requerida está establecida en esa medida. Entonces otra suposición podría ser formulada y puesta a prueba mediante observación adicional. La investigación se completa sólo cuando todas las circunstancias que condujeron a ella se han hecho encajar entre sí. Puede considerarse entonces que la hipótesis ha sido establecida en cuanto se refiere al problema particular. El sentido común utiliza, de manera rudimentaria, un método de observación e hipótesis alternadas que los pensadores científicos han refinado gradualmente hasta convertirlo en un instrumento cada vez más adecuado para tratar problemas complicados. Hay una etapa en el desarrollo de toda ciencia en que los métodos del sentido común pueden discernirse claramente. Cuando, como resultado de este método, se ha introducido en nuestro conocimiento del mundo exterior una cantidad considerable de orden, el método está desarrollado de tal manera que ya no es reconocible como la organización del sentido común, y sus resultados están muy alejados de las creencias del sentido común a partir de las cuales ha crecido lentamente. Russell ha expresado esto con gran claridad. Dice: "El desarrollo de la ciencia a partir del sentido común no ha ocurrido por medio de

un comienzo radicalmente nuevo en algún momento, sino más bien por medio de aproximaciones sucesivas. Es decir, que allí donde se ha producido alguna dificultad que el sentido común ordinario no pudo resolver, se ha hecho una modificación en algún punto, conservándose el resto de la concepción del mundo propia del sentido común. Subsecuentemente, utilizándose esta modificación, se ha introducido otra en algún otro lugar, y así sucesivamente. De tal suerte la ciencia ha sido un crecimiento histórico y ha supuesto, en cada momento, un trasfondo teórico más o menos vago derivado del sentido común." [9]

El pensamiento del sentido común difiere del pensamiento científico en dos aspectos muy importantes. El primero es fragmentario; salta de un hecho a otro, dando tantas cosas por descontadas que muchos vínculos intermedios quedan inexplicados. El segundo da muchas menos cosas por descontadas y, en consecuencia, alcanza un grado mayor de organización. En segundo lugar, el hombre corriente tiende a considerar el problema que está investigando como un problema casi completamente aislado de otros problemas; por lo tanto, no está consciente de la pertinencia de su solución respecto de otros problemas. El científico aprehende su problema como susceptible de aislamiento provisional, pero esencialmente conectado con otros problemas que tendrán que ser considerados en relación con su solución del problema dado. Así, el científico está más consciente de las posibles ramificaciones de la indagación en que concentra su atención por el momento. De estas diferencias se desprende la importante consecuencia de que el pensamiento del sentido común está necesariamente limitado a problemas comparativamente simples, no sólo debido a los intereses principalmente prácticos del hombre ordinario, sino también a que su método de investigación no lo conduce a plantearse las interrogantes correctas. Las deficiencias del sentido común se revelan más obviamente en el desarrollo deductivo de la hipótesis. Como lo expresa el profesor Whitehead: "La deducción del sentido común se mueve probablemente, por instinto ciego, de proposición concreta a proposición concreta, guiado por alguna asociación habitual de ideas. De tal suerte, el sentido común fracasa ante un material rico." [10]

§ 4. *La importancia del conocimiento pertinente*

Un examen de los ejemplos que hemos dado muestra que se requiere una cantidad considerable de conocimiento previo pertinente a la situación, antes de que un problema pueda ser siquiera enunciado. Más conocimiento aún se requiere a fin de que al pensador se le ocurran sugestiones fructíferas para su solución. El pensador primitivo

[9] *Analysis of matter*, pp. 193-194.

[10] *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XVII, p. 73.

puede haber sido tan inteligente como un científico moderno, pero era menos capaz de tratar satisfactoriamente sus problemas porque poseía menos conocimientos *pertinentes* a su solución. Sólo mediante la acumulación de un cuerpo amplio y sistematizado de conocimientos es posible el desarrollo de la ciencia. La importancia y la medida de lo que puede darse por descontado *porque su conexión con el problema es ya conocida* tienden a ser oscurecidas por el tratamiento de los ejemplos científicos en un texto de lógica. Se ofrece justamente lo que se requiere para suministrar las premisas explícitas del razonamiento. Se da demasiado frecuentemente una selección de los hechos a la luz de la teoría del método científico que el ejemplo dado se propone ilustrar. [11] Por lo tanto, el método científico no es presentado en una forma capaz de sugerir el método del descubrimiento. Esto es sin duda inevitable. La única manera de comprender el método científico consiste en efectuar una investigación científica. Por esta razón, vale la pena que el principiante en la lógica intente analizar algún proceso de pensamiento controlado, por el que él mismo haya pasado a fin de resolver alguna dificultad propia. Es tan imposible obtener una comprensión del método científico a partir de la disección de ejemplos seleccionados sin tener ninguna experiencia práctica en la solución de problemas dados en la propia experiencia, como sería para el fisiólogo comprender cómo es un cuerpo viviente si su conocimiento directo de los cuerpos ha estado limitado al cadáver sobre la mesa de disección. Todo lo que puede hacer un texto acerca del método es señalar algunas de las consideraciones envueltas. Algo puede hacerse, sin embargo, para subrayar la *importancia* del conocimiento pertinente y de la necesidad de una combinación del conocimiento y la perspicacia. Un ejemplo que pone bien de manifiesto este punto lo da Sir William Bragg en su *Discurso presidencial a la Asociación Británica* (5 de septiembre de 1928). Es conveniente transcribir el pasaje entero:

"Fue en los primeros años de la guerra cuando se reunió un cuerpo de jóvenes estudiantes de ciencias de nuestras universidades con el fin de probar sobre el campo de batalla el valor de aquellos métodos que ya se conocían para localizar los cañones enemigos. En sus mutuas discusiones y consideraciones se les hizo claro que el gran desideratum era un método para medir con gran exactitud el tiempo de llegada de la pulsación aérea, debida a la descarga del cañón, a varias estaciones en sus propias líneas. Si las posiciones relativas de las estaciones fueran conocidas con exactitud, el descubrimiento de la posición del cañón vendría a ser una cuestión de cálculo. Pero la pulsación era muy débil; ¿cómo registrarla? Se consideraron varios métodos, y entre ellos había uno que sin duda parecía rebuscado y con pocas probabilidades de éxito. Se hace pasar una corriente eléctrica por un alambre fino a fin de calentarlo. Si el alambre es enfriado, por ejemplo, por

[11] Las limitaciones de espacio determinan frecuentemente que este procedimiento sea inevitable, aunque no por ello menos lamentable.

un soplo de aire frío, la resistencia al paso de la corriente aumenta, y éste es un efecto que puede medirse si es lo bastante grande. Si se pudiera, pues, hacer que el alambre registrara la llegada de la pulsación aérea proveniente del cañón, se tendría una solución del problema al alcance de la mano. No cabe duda que este método se les ocurrió a varios miembros del grupo; y ciertamente uno de ellos, que había tenido considerable experiencia con estos alambres finos, le dio muchas vueltas en su cabeza. Estos alambres finos habían venido usándose durante unos treinta años para medir la temperatura en muchas circunstancias en que sus características peculiares los hacían superiores a los termómetros ordinarios. Pero —y éste era el punto importante— ¿era de esperarse que el efecto, aunque debía de estar allí, fuese lo suficientemente grande para ser visto? Podría el débil impulso de un cañón a varios kilómetros de distancia producir un enfriamiento obvio en un alambre caliente? A primera vista no parecía probable, y la sugestión quedó en reserva.

"Pero sucedió que una mañana de verano un aeroplano enemigo atacó, al romper el día, una expedición de patrulla. El oficial a quien me he referido se encontraba despierto en su cobertizo, escuchando las descargas de las baterías antiaéreas y las explosiones más distantes de sus granadas. De cuando en cuando el sonido de un débil silbido parecía estar relacionado con los sonidos más fuertes. La pared de la choza era de fieltro; estaba en malas condiciones y cerca de la cabeza de nuestro hombre había pequeñas hendiduras. Las pulsaciones de los cañones producían un débil sonido cuando pasaban por ellas. Esto hizo pensar al oficial lo siguiente: si la pulsación es lo bastante fuerte para hacer un ruido, podría serlo para enfriar perceptiblemente un alambre caliente. Entonces propuso a los demás miembros del grupo la conveniencia de probar el método. La prueba tuvo completo éxito y el método sirvió de base al sistema de detección de sonidos del Ejército Británico cuyos resultados ya hemos descrito y son bastante bien conocidos."

Esta experiencia ilustra dos consideraciones importantes: primera, que es necesaria una cantidad considerable de conocimientos previos y adiestramiento científico a fin de que algún detalle de una situación complicada pueda ser aprehendido como *el* factor significativo para la solución del problema; segunda, que el hombre que tiene el conocimiento pertinente debe encontrarse en circunstancias en que pueda observarse realmente la ocurrencia importante. El conocimiento general y vago de las corrientes de sonido habría sido insuficiente para sugerir la posible solución. Lo que se requería era un estimado definido de los efectos de las cantidades realmente dadas. Sólo "un hombre en el lugar de los hechos" podía haber estado en posesión de estos detalles esenciales. [12]

[12] Véase Sir W. Bragg, *loc. cit.*, p. 22.

El conocimiento pertinente y la oportunidad, si bien son esenciales, no son siempre suficientes para la solución de los problemas científicos. Se necesita también ese elemento incalculable de la perspicacia científica que es la señal del genio y no puede reducirse a reglas susceptibles de formulación.

§ 5. *La forma del método científico*

Partiendo del punto de vista del sentido común, hemos visto que el problema inicial de la ciencia es ordenar los hechos dados en la experiencia sensorial. Vimos en el capítulo IV que por "hecho" se entiende *lo que sea el caso*. *Lo que* es el caso siempre es complejo, por ejemplo: una cosa en sus relaciones o con sus propiedades. Los hechos son complejos de la misma manera que las proposiciones son complejas. Cuando la proposición es una proposición acerca del mundo exterior, entonces el hecho que la proposición expresa es un estado de cosas real, siempre y cuando que la proposición sea verdadera. Es este tipo de hecho el que nos concierne ahora, pues los datos de la ciencia son hechos observables. Ya hemos visto que no es fácil trazar una línea divisoria precisa entre lo que realmente observamos y lo que se infiere. Es suficiente para nuestro propósito reconocer la distinción entre un *hecho* tomado como un *dato* y una *interpretación* del hecho, que puede desarrollarse en una teoría elaborada *acerca de* los hechos. Una ilustración que ofrece el profesor T. P. Nunn puede hacer más claro este punto:

> "El científico que viaja por una alta meseta de los Andes y su guía nativo consideran de diferentes maneras la imposibilidad de cocer sus papas. Para el segundo, la imposibilidad se debe al simple hecho de que 'la maldita vasija', sin duda a causa del demonio que la habita, 'no quiere cocer las papas'; para el primero, es un ejemplo interesante de la dependencia del punto de ebullición respecto de la presión. Pero aunque la 'situación' entera pueda ser muy diferente en los dos casos, hay sin embargo una base común de *hecho* inevitable sobre la cual tanto el científico como el nativo (si éste es lo suficientemente inteligente) pueden advertir que sus *interpretaciones*, 'animista' o 'científica', son simplemente lucubraciones." [13]

En este ejemplo la base fáctica —"el fuego, la vasija, el agua tibia que sin embargo hierve, las papas que no se ablandan"— es interpretada tanto por el nativo como por el científico de modo que construya una situación ordenada. El profesor Nunn subraya el punto de que la base de hecho es "inevitable"; la vasija, por ejemplo, es aprehendida *como una vasija* tanto por el guía nativo como por el

[13] *The aim and achievements of scientific method*, p. 46. Es de lamentarse que este libro excelente esté agotado.

científico, no importa cuánta experiencia preliminar pueda haber sido necesaria para que fuera así aprehendida. Las conexiones imperceptibles —a saber, el deseo del demonio de que las papas no se cuezan, la dependencia del punto de ebullición respecto de la presión— no son construcciones *inevitables*; son diferentes modos de interpretación, cuya disparidad se debe a la amplia diferencia en el contexto de la experiencia de la cual son extraídos. En ambos casos el propósito es ordenar los constituyentes de la situación fáctica de modo que pueda ser comprendida. El primer paso en la comprensión se logra mediante la generalización, es decir, mediante la conexión de un hecho dado con otros hechos que se le asemejen. Pero los *hechos* son complejos; el parecido entre los hechos rige entre algunos de sus constituyentes, pero no entre todos. De aquí que los hechos deban ser analizados. Los constituyentes del hecho primordial deben ser agrupados en clases; estas clases deben ser ordenadas entonces entre sí. De esta manera se obtiene una generalidad creciente. El científico desea hacer afirmaciones acerca de lo que sucede *siempre*, no acerca de lo que sucede *algunas veces*. El zoólogo, por ejemplo, no tiene que ver con esta vaca particular que mira este árbol particular, sino descubrir *las propiedades que siempre se hallarán juntas dondequiera que se encuentre una vaca*. Más tarde querrá descubrir cuáles son las propiedades que se hallarán *dondequiera* que haya un animal con columna vertebral. Puesto que no sólo las vacas tienen columna vertebral, su problema es ahora un problema de mayor generalidad. El químico, por ejemplo, desea descubrir qué le sucede a la cal viva *siempre* que se pone en contacto con el aire. El científico tiene que ver con la correlación de los conjuntos de propiedades. Por lo tanto, una proposición científica es, en último término, de la forma: *Cualquier cosa que tenga la propiedad* Φ *tiene la propiedad* Ψ. Un científico llega a tal proposición partiendo de proposiciones de la forma: "*Esta A, esta B, esta C, etcétera, tienen las propiedades* Φ *y* Ψ." Es decir, que generaliza a partir de casos particulares. El instrumento por medio del cual se obtienen las generalizaciones verdaderas es el método científico.

El científico, pues, considera los hechos particulares solamente a fin de obtener generalizaciones de abstracción cada vez mayor. Toda observación entraña abstracción, es decir, selección a partir de algo que también está presente para ser observado. El reconocimiento de una situación dada como *este hecho*, entraña que el ser aprehendida es algo relativamente desconectado de lo que la rodea. El reconocimiento de una propiedad entraña el ser aprehendida en abstracción de otras propiedades con las que *de hecho* es dada. La abstracción puede ser de varios grados. Las proposiciones generales como "Los ranúnculos son amarillos" expresan un grado bajo de abstracción; la proposición "Este ranúnculo es amarillo" expresa un grado más bajo aún. La primera es llamada una *generalización empírica*. Con tales generalizaciones la ciencia comienza. El uso de nombres de clase indica

que se ha hecho una generalización. Las *vacas* son un conjunto de individuos que han sido agrupados porque cada uno de ellos posee ciertas propiedades. Muchas de tales clases deben ser reconocidas antes de que la ciencia sea posible. Dada la clase que consiste en *seres vivientes*, podemos pasar a indagar acerca de las propiedades de la *vida*; dada la clase que consiste en *seres materiales*, podemos pasar a indagar acerca de las propiedades de la *materia*. En el curso de tal indagación puede descubrirse que las *propiedades* son las importantes, no la cosa sustantiva *de* la cual se dice que son propiedades. Antes de que se alcance esta etapa, es necesario un periodo en que son prominentes ciertos modos especiales que han sido gradualmente refinados a partir de los métodos rudimentarios del sentido común. En la consideración de esos métodos debemos ocuparnos ahora.

XIV. INDUCCIÓN: ENUMERACIÓN Y ANALOGÍA

"Tal parece ser la verdad acerca de la generación de las abejas, a juzgar por la teoría y por lo que se cree son los hechos acerca de ellas; los hechos, sin embargo, no han sido suficientemente aprehendidos; si alguna vez lo son, entonces debe dársele crédito a la observación más bien que a las teorías, y a las teorías sólo si lo que ellas afirman concuerda con los hechos observados."

—Aristóteles

§ 1. *Inducción*

La palabra "inducción" ha sido usada en varios sentidos. Es tradicional oponer *inducción* a *deducción*, pero la naturaleza de esta oposición no es, en modo alguno, siempre clara. Aparte alguna familiaridad con la historia de la palabra, es casi imposible entender cómo han usado "inducción" diversos autores. La palabra misma es una traducción del término aristotélico ἐπαγωγή. Los eruditos han discutido largamente qué fue lo que significó el propio Aristóteles con ἐπαγωγή.[1] Aquí nos bastará distinguir dos sentidos en que él parece haber usado la palabra. En un sentido, "inducción" se usa para significar ese proceso mediante el cual aprehendemos un caso particular como ejemplo de una generalización abstracta. En el segundo sentido, "inducción" significa una forma de razonamiento en la que establecemos una generalización mostrando que ella rige en todos los casos que se considera caen dentro de ella. En ambos sentidos, la inducción tiene que ver con casos particulares. Al primero de estos procesos, W. E. Johnson le ha dado el nombre conveniente de "inducción intuitiva".[2] Lo trataremos muy brevemente aquí.

La aprehensión inmediata de un axioma por medio de su ejemplificación en un caso particular constituye un ejemplo de inducción intuitiva. La importancia de esta forma de razonamiento consiste en que por medio de ella podemos ir más allá del caso particular que

[1] Véase Joseph, capítulo xviii, para un buen examen de este tópico. *Cf.* Aristóteles, *Anal. Priora*, libro ii, capítulo 23; *Anal. Post.*, libro i, capítulo 13; *Topica*, libro i, capítulos 17-18.

[2] *Logic*, ii, capítulos viii y ix.

forma la base de la inferencia y, sin embargo, llegar a una conclusión indudable. Por ejemplo, de la aprehensión de que *esta mancha roja* es más oscura que *esta mancha rosada*, pasamos inmediatamente a la conclusión de que lo que rige en *este* caso, rige en *cualquier* caso que sea exactamente similar en color. Por lo tanto, pasamos a la conclusión de que *cualquier* mancha roja es más oscura que *cualquier* mancha rosada. Así generalizamos a partir del caso particular. La intuición es de la *forma*, pero se relaciona con el material ejemplificado en la forma. No es probable que se niegue que de esta manera aprehendemos en realidad principios generales. La descripción de este método de descubrir axiomas como *inferencia inductiva* entraña una extensión de la palabra "inductiva" tal como se la emplea ordinariamente, pero esta extensión es sin duda deseable.

El segundo uso aristotélico de la palabra tiene que ver con la enumeración de casos particulares. De la consideración de cada uno de los miembros de una clase limitada podemos pasar a una generalización referente a todos los miembros de esa clase. Este proceso se ha conocido usualmente como "inducción completa" o "inducción perfecta". El nombre es peculiarmente inadecuado. Se suponía que la inducción consiste en generalización a partir de casos particulares, y que, por lo tanto, si *todo* caso fuera incluido en la enumeración, el proceso inductivo sería perfeccionado. Pero es difícil ver qué propósito útil cumpliría dar el nombre de "inductivo" a tal modo de inferencia, puesto que el razonamiento es de un carácter claramente silogístico. Por ejemplo, del examen de los casos particulares de una elipse —una parábola, una hipérbola— podríamos concluir que, puesto que ninguna de ellas corta una línea recta en más de dos puntos, ninguna sección cónica corta una línea recta en más de dos puntos. Cuando este razonamiento es enunciado explícitamente, se advierte que es silogístico. Puede formularse de la siguiente manera:

Ningún círculo, ninguna elipse, ninguna parábola, ninguna hipérbola corta una línea recta en más de dos puntos;

Toda sección cónica es o bien un círculo, o una elipse, o una parábola o una hipérbola;

Por lo tanto, ninguna sección cónica corta una línea recta en más de dos puntos.

Es esencial que la clase que es enumerada contenga sólo un número limitado de casos. No es posible enumerar una clase que tenga un número infinito de miembros, ni enumerar una clase que, aunque no sea infinita, contenga miembros que nos son desconocidos. En ninguno de estos casos podríamos completar la suma. Este modo de inferencia tiene muy poco valor, excepto como recurso taquigráfico. Puede simbolizarse de la siguiente manera

$S_1, S_2, S_3 \ldots S_n$ es P.

Toda S es o bien S_1, o bien S_2, o bien $S_3 \ldots$ o bien S_n.

$\therefore$Toda S es P.

Johnson ha sugerido el nombre conveniente de *inducción sumaria* para este modo de inferencia. Es ciertamente un nombre más adecuado que "inducción perfecta".[3]

La generalización a partir de un número de casos examinados que no se supone que constituyen *todos* los casos de la clase dada, se conoce ahora usualmente con el nombre de "inducción por enumeración simple". En el siguiente párrafo trataremos este modo de inferencia. Algunas veces se ha entendido "inducción" como un sinónimo exacto de "enumeración simple". La gran importancia de la enumeración simple en la investigación científica es, sin duda, responsable del hecho de que "inducción" haya sido usada también como un sinónimo de "método científico". Cuando se la ha usado así, se la ha llamado "inducción imperfecta" para distinguirla de la inducción "perfecta" o sumaria. Esta variación en la terminología es desafortunada. Ahora parece haber unanimidad de opinión en cuanto a que la inducción consiste esencialmente en generalización a partir de casos particulares, y que el método científico entraña no sólo inducción, sino también deducción. J. S. Mill definió la inducción como "la operación de descubrir y probar proposiciones generales". Ésta es una definición indudablemente demasiado amplia. Fueron, sin embargo, las concepciones de Mill sobre la naturaleza de la *inducción* y la *prueba* las que lo llevaron a definir "inducción", y no un deseo de usar la *palabra* en un sentido diferente del usual.[4] Puesto que la generalización a partir de cuestiones de hecho particulares constituye la inducción, se desprende de ello que las ciencias empíricas se basan en la inducción. Pero no se desprende que tales proposiciones generales científicas puedan ser establecidas *solamente* por inducción, ni que ninguna proposición inductiva sea susceptible de prueba. En el capítulo XX discutiremos si éste es el caso o no. Aquí sólo nos interesa señalar que, puesto que todas las ciencias excepto las matemáticas son empíricas —es decir, que se basan en experiencias particulares—, se desprende de ello que sin inducción no podría haber ciencia. No es posible discutir provechosamente si la creencia, que todos en realidad compartimos, de que algunas proposiciones científicas son verdaderas es susceptible de

[3] Johnson sostiene que mediante la inducción sumaria es posible establecer proposiciones generales en la geometría euclidiana por medio de figuras. Llega a la conclusión de que hay "un tipo más interesante de inducción sumaria en el que la conclusión es aplicable a un número infinito de casos que son no-enumerables" (*loc. cit.*, p. 200). Pero no me parece que lo que Johnson sostiene sea admisible.

[4] Véase *Logic*, libro III, capítulos I y II. Mill *también* define la inducción como "el proceso por el cual concluimos que lo que es verdadero acerca de ciertos individuos de una clase, es verdadero acerca de la clase entera, o que lo que es verdadero en ciertos momentos, será verdadero en circunstancias similares en todo momento" (capítulo II, §1). Para un examen más amplio de las concepciones de Mill, véase más adelante el capítulo XVII, § 5.

justificación lógica, hasta que hayamos considerado el método mediante el cual se obtienen las proposiciones científicas.

Podemos empezar considerando una proposición de un tipo fácilmente reconocible como científico, por el hombre ordinario, por ejemplo: *Los ácidos son agrios al gusto y vuelven rojo el papel tornasol azul.* Podemos contrastar esta proposición con otra proposición como *No me gusta esta naranja agria.* Esta última no sería considerada como una proposición científica porque afirma un hecho aislado, un juicio individual del gusto. La primera sería considerada científica porque afirma una generalización. Podría someterse a prueba y podría obtenerse unanimidad de opinión por lo que toca a su verdad o falsedad. Si en lugar de la segunda proposición dijéramos *A ningún niño le gustan las naranjas agrias,* tendríamos una proposición científica, susceptible de ser sometida a prueba por los investigadores de los gustos infantiles. Para que una proposición sea científica, debe estar relacionada con algo que no sea la experiencia inmediata de un individuo. Nuestra primera proposición no era una afirmación acerca de un caso particular de un ácido y una experiencia particular de un individuo, sino una afirmación acerca de las propiedades de *cualquier* ácido. Era de la forma: *Si cualquier cosa es un ácido, es agria al gusto y vuelve rojo el papel tornasol azul.* Esta proposición podría combinarse con la proposición *Esto es ácido clorhídrico* para producir la conclusión *Esto es agrio al gusto y vuelve rojo el papel tornasol azul.* Ésta es una forma deductiva válida. Pero el problema de si la conclusión es *verdadera* no podría resolverse mediante una consideración de la validez de la forma. Si ambas premisas son verdaderas, entonces, puesto que la forma es válida, la conclusión es verdadera. Pero la proposición afirmada en la conclusión podría ser verdadera aun cuando esto no fuera ácido clorhídrico, y aun cuando no todos los ácidos tuvieran la propiedad de volver rojo el papel tornasol azul. La validez y la verdad son muy diferentes. La ciencia tiene que ver con proposiciones que son no sólo válidas en forma, sino también verdaderas. No tenemos necesidad de examinar el problema de lo que significa una proposición *verdadera.* Todos sabemos lo que es afirmar que una proposición dada es verdadera y que otra proposición dada es falsa. Cuando decimos que "*Esto es un ácido*" *es verdadera,* afirmamos que es el caso que esto es un ácido. Si es el caso que el interior del sol es caliente, entonces la proposición "*El interior del sol es caliente*" es verdadera. Si es el caso que los tomates son jugosos, entonces la proposición "*Los tomates son jugosos*" es verdadera. Si no es el caso que Sócrates esté vivo, entonces "*Sócrates está vivo*" es falsa. Se ha dicho algunas veces que decir que una proposición es verdadera, es decir que hay un hecho al cual corresponde la proposición; y decir que es falsa, es decir que no hay tal hecho. No tenemos necesidad de examinar, sin embargo, qué significa aquí "correspondencia", ni de considerar entre qué exactamente rige la correspondencia. Es suficiente, para nuestro propósito, aceptar la concepción del hombre

ordinario de que él sabe lo que quiere decir cuando afirma que una proposición es verdadera. Lo que es importante observar es que, a menos que haya proposiciones generales acerca de cuestiones de hecho particulares, y a menos que algunas de estas proposiciones sean al mismo tiempo verdaderas y creídas como verdaderas, no puede haber un conocimiento justamente llamado científico.

El primer problema que tenemos que examinar, pues, es cómo hemos de obtener el conocimiento de proposiciones generales como *los ácidos vuelven rojo el papel tornasol azul*. Es este tipo de inferencia inductiva el que debemos considerar ahora.

§ 2. *Enumeración simple*

El tipo de inducción más simple es aquel en que, a partir de la premisa *Todos los S observables son P*, inferimos la conclusión *Todos los S son P*. Se supone que todos los S observados no son todos los S que hay; por lo tanto, este modo de inducción es muy diferente de la inducción sumaria. La inferencia no es lógicamente válida, pues al inferir de una premisa acerca de *algunos* S a una conclusión acerca de *todos los* S, se hace una distribución ilícita de S. Por ejemplo, del hecho de que todos los cuervos observados son negros, podemos inferir que todos los cuervos son negros. Este modo de inferencia, como hemos visto, se conoce como inducción por *enumeración simple*. Es la base de la generalización. Todo el mundo hace inferencias por enumeración simple. Habiendo conocido media docena de escoceses, ninguno de los cuales tiene sentido del humor, concluimos que ningún escocés es capaz de entender una broma. Esta generalización precaria es susceptible de quedar destruida cuando conozcamos al siguiente escocés; no podría sobrevivir a una lectura de David Hume. La aparición de un solo caso contradictorio refuta la conclusión. [5] Es obvio que si el número de casos observados es escaso en comparación con los que no han sido observados, es muy probable que entre los segundos se encuentren casos contradictorios. Un ejemplo de enumeración simple que se ha hecho famoso porque se descubrieron casos contradictorios, es uno que encontramos en todo libro de lógica elemental. Muchas personas derivaron la conclusión *todos los cisnes son blancos* de su observación de los cisnes europeos, todos los cuales son efectivamente blancos. Pero al ser descubierta Australia, se descubrieron cisnes negros.

La enumeración simple es llamada así porque parece ser un simple proceso de contar los casos y hallar que todos ellos tienen cierta propiedad. No parece entrañar análisis. Por esta razón, Bacon y Mill intentaron rechazar la enumeración simple cuando describieron el método científico. Así, dice Bacon: "La inducción que procede por

[5] Bacon dio nombre a este modo de inferencia en la frase: "Inductio per enumerationem simplicem, ubi non reperitur instantia contradictoria."

enumeración simple es infantil; sus conclusiones son precarias y son puestas en peligro por un caso contradictorio; y generalmente decide sobre la base de hechos demasiado escasos y que se hallan al alcance de la mano." [6] Mill dice: "Las nociones populares se fundan por lo general en la inducción por enumeración simple; en la ciencia, ésta nos hace avanzar poco. Estamos obligados a empezar con ella; a veces debemos apoyarnos provisionalmente en ella, a falta de medios para una investigación más profunda. Pero, para el estudio adecuado de la naturaleza, necesitamos un instrumento más seguro y más potente." [7] La posibilidad de encontrar tal "instrumento más seguro y más potente" tendremos que considerarla más adelante. Debe admitirse que la enumeración simple es un modo precario de inferencia que empleamos constantemente; y que nuestra *creencia* en la verdad de las proposiciones así inferidas está fuera de toda proporción con la *probabilidad* de su verdad. Pero debe admitirse también, como lo advirtió Mill, que sin la enumeración simple la ciencia nunca habría comenzado.

Un argumento inductivo de este tipo puede expresarse en la forma: "Tales o cuales casos de Φ tienen la propiedad Ψ; no se ha encontrado ningún caso de Φ que no tenga Ψ; por lo tanto, toda Φ tiene Ψ". Los casos de Φ constituyen una clase que tiene las propiedades connotadas por "Φ". Todos los ejemplos dados hasta ahora han sido de clases cuyos miembros tienen muchas propiedades en común: *cuervos, cisnes, escoceses*. El uso popular de este modo de inducción siempre está limitado a tales clases. Vale la pena considerar este punto. Cualquier conjunto de cosas puede ser reunido en una clase. Algunos modos de agrupar cosas en clases se consideran importantes; algunos se consideran triviales. Por ejemplo, la clase formada por todas las cosas en el mundo que son de color escarlata parecería ser una clase basada en una similitud trivial. Las amapolas, la erupción de la fiebre escarlatina, las togas de los doctores, las cubiertas de ciertos libros, algunos manteles, etcétera, constituirían una clase cuyos miembros tienen muy poco en común, excepto un color escarlata. Pero la clase que consiste en todos los libros, o la clase que consiste en todos los cuervos, parecen menos artificiales. De tal suerte, la propiedad de *ser color escarlata* nunca ha sido considerada lo suficientemente importante como para que todas las cosas que tienen la propiedad sean llamadas por un *nombre de clase*. Podemos referirnos a ellas sólo como "cosas de color escarlata". Pero "*cisnes*", "*políticos*", "*escoceses*" son nombres de clase. El doctor Broad ha expresado esto muy claramente, de la siguiente manera: "Ahora bien, el mero hecho de que el lenguaje ordinario se haya tomado el trabajo de inventar un nombre general como *cisne* o *cuervo*, nos dice mucho acerca de la naturaleza. Ello implica que se ha hallado un gran número de objetos que han combinado, de manera considerablemente constante, un

[6] *Novum Organum*, libro I, Aforismo 105.
[7] *Logic*, libro III, capítulo III, § 2.

gran número de propiedades que varían sólo dentro de límites bastante estrechos. Es cierto que podemos *definir* un cuervo, o un cisne o un hombre por medio de unas cuantas propiedades. Pero este mismo hecho es sintomático. Cualquiera que sea el significado de "hombre" que dé el diccionario, *nosotros* siempre significamos con ese nombre algo que tiene muchas más propiedades que la animalidad y la racionalidad o las de ser bípedo e implume. Cualquier cosa que tuviera esas propiedades, pero difiriera ampliamente en otros aspectos de los hombres que hemos conocido, sería llamado hombre sólo con grandes vacilaciones. Por lo tanto, el hecho de que nos demos por satisfechos con la definición del diccionario se debe al hecho de que hasta ahora, en nuestra experiencia, las propiedades en ella mencionadas han estado asociadas con todo un grupo de otras propiedades, y que todas ellas han sido ejemplificadas juntas, con sólo ligeras variaciones, en un gran número de casos." [8] Es decir, que clases tales como *cisnes* y *hombres* difieren de clases tales como *cosas de color escarlata* y *cosas agrias* en el hecho de que todo miembro de la clase *cisne*, por ejemplo, tiene varias propiedades en común con todos los demás miembros, mientras que los miembros de la clase *cosas de color escarlata* tienen pocas propiedades en común que no poseen tampoco las cosas que no son de color escarlata. A las clases como *cisnes* les dio Mill el nombre de "clases naturales". [9] Es útil adoptar este término, aunque rechazaríamos los supuestos en los cuales se apoyó la elección del nombre, y, por lo tanto, no estaríamos dispuestos a definir una "clase natural" como él la definió.

La enumeración simple no ha de considerarse, pues, como un proceso *de contar simplemente*; es un contaje de casos *reconocidos como poseedores de ciertas propiedades en común*. La inferencia depende del reconocimiento de las *similitudes*. Una inferencia a partir de la similitud es una inferencia a partir de la *analogía*.

§ 3. *La analogía*

La palabra "analogía" ha sido usada en varios sentidos. [10] Ahora nos concierne en aquel sentido en que *analogía* es lo opuesto del simple *contaje de casos*. Ha habido una considerable confusión de terminología alrededor de esta palabra. Algunos lógicos mantienen que la analogía es una *forma* de inducción, otros sostienen que la inducción se *basa en* la analogía, y otros afirman que la analogía es un proceso de

[8] *Mind*, N. S., volumen XXIX, p. 17: "The relation between induction and probability." Los dos artículos del doctor Broad en *Mind* (octubre de 1918, enero de 1920) sobre este asunto son de la mayor importancia. Mucho de lo que tengo que decir acerca del método científico lo he aprendido de él.

[9] Véase MILL, *Logic*, libro III, capítulo XXII.

[10] Para un examen del tratamiento aristotélico de la analogía, véase JOSEPH, *Introd.*, capítulo XXIV.

inferencia subsidiario de la inducción. Esta divergencia de opiniones se debe, principalmente, a la ambigüedad de "inducción" y "analogía". Como dice W. E. Johnson: "No está claro en qué sentido se usan estos dos términos, excepto que la inducción se considera primordialmente dependiente del número de casos que se sabe son caracterizados por cierto adjetivo,[11] mientras que la fuerza de la analogía depende del número de adjetivos que se sabe caracterizan cierto caso. Pero es esencial insistir en que ni la sola acumulación de casos, ni la sola acumulación de adjetivos hacen posible inferencia alguna, y que la inferencia de este tipo, désele el nombre que se le dé, está gobernada por principios subyacentes tanto en la inducción como en la analogía y que requieren tanto un vínculo de intensión como uno de extensión. Por ejemplo, ninguna mera acumulación de casos S_1, S_2, S_3 ... S_n que sean p podría dar ninguna probabilidad de que un nuevo caso s sea p, a menos que se sepa que s tiene cuando menos un carácter predicable de todos estos casos. Y, a la inversa, ninguna acumulación de caracteres p_1, p_2 ... p_m que sean predicables acerca de s podría dar ninguna probabilidad de que un nuevo carácter p es predicable acerca de s, a menos que se sepa que p es predicable acerca de un caso cuando menos que tenga todos estos caracteres."[12] Es decir, que la oposición que estamos expresando aquí por medio de los términos *inducción* y *analogía* es la oposición entre el *número* de casos y la *similitud* de los casos.

Hemos visto que al pasar de la premisa *Todos los cuervos observados son negros* a la conclusión *Todo cuervo es negro*, la inferencia no se basa puramente en el contaje de casos, puesto que estos casos han sido agrupados en la misma clase en virtud de que poseen ciertas propiedades que constituyen la connotación de "cuervo"; son *casos de cuervos*. Así, pues, no partimos de una "mera acumulación de casos", sino de la similitud en ciertos aspectos. Toda generalización debe basarse en la similitud; por lo tanto, toda generalización entraña tanto la analogía como la enumeración.

El tratamiento más claro de la naturaleza e importancia de la analogía en la investigación inductiva lo ha dado J. Maynard Keynes en su *A Treatise on Probability*. Por lo tanto, usaremos aquí su examen y adoptaremos ciertos términos técnicos que él ha introducido. Luego consideraremos brevemente lo que se ha entendido más frecuentemente por "argumento a partir de la analogía".

Dados cualesquiera dos objetos S y N que se parezcan en ciertos aspectos p_1, p_2, p_3 ... p_n, y que difieran en ciertos otros aspectos r_1, r_2 ... r_m, entonces p_1, p_2 ... p_n constituyen la *analogía positiva* entre S y N. Puesto que el conocimiento de S y N nunca es completo,

[11] Johnson usa la palabra "adjetivo" para significar "característica" o "propiedad", y no como un término puramente gramatical. Su uso peculiar de *adjetivo* se debe a su concepción de la relación de la gramática con la lógica, concepción que me parece profundamente errónea.

[12] *Logic*, parte III, capítulo IV, § 3.

la analogía total siempre incluirá propiedades que no son *conocidas* como pertenecientes o no pertenecientes a S y a N. Por lo tanto, debemos distinguir entre la *analogía positiva total* y la *analogía positiva conocida,* y entre la *analogía negativa total* y la *analogía negativa conocida.* Consideremos, por ejemplo, dos guisantes. Los guisantes son proverbialmente similares. Con todo, difieren en color, tamaño, sabor, etcétera. Supongamos que uno es verde y el otro amarillo. Entonces su *color* es parte de la analogía negativa. Pero los dos guisantes pueden provenir de la misma vaina. En ese caso, *estar en la misma vaina* es parte de la analogía positiva. O bien pueden provenir de diferentes vainas y sin embargo tener los mismos guisantes progenitores; entonces, la primera propiedad constituiría parte de la analogía negativa, y la segunda propiedad constituiría parte de la analogía positiva.

Si nuestro argumento estuviese limitado a estas similitudes positivas y negativas, nos interesaría únicamente la analogía. Generalizamos sólo cuando consideramos los casos que tienen las propiedades. La generalización de "todos los cuervos observados son negros" a "todos los cuervos son negros" entraña tanto analogía como enumeración. Ya hemo visto que usar el *nombre* "cuervo" de un objeto es implicar que el objeto guarda similitud en ciertos aspectos con otros objetos que reciben el mismo nombre. Estas propiedades pertenecientes a *todos* los casos de cuervos constituyen la analogía positiva total. El proceso de *agrupar en clase* a los objetos en virtud de su similitud en ciertos aspectos, es la primera etapa en la investigación inductiva; se la presupone tanto por enumeración simple cuanto por argumento a partir de la analogía.[13] Lo que hace que los nombres de clase sean tan útiles, es el hecho de que ciertas propiedades se encuentran juntas. Si sabemos que hay un conjunto de propiedades tales que sabemos que ningún miembro del conjunto puede encontrarse sin otros miembros del conjunto, entonces tenemos una base para la inferencia. Debido a que éste parece ser el caso con las clases naturales, las generalizaciones acerca de las clases naturales tales como *cuervos, ácidos, hombres,* parecen ser plausibles.

Cualquier similitud notable puede formar la base de un argumento por analogía. Pero lo que es *notable* depende de nuestro conocimiento previo y de nuestra perspectiva mental, que determinan nuestras expectativas. Hemos visto que una metáfora o un ejemplo pueden sustituir a un argumento. Esto entraña un uso ilícito de la analogía. Es un uso ilícito porque la similitud no es pertinente a la conclusión

[13] *Cf.* BOSANQUET, *Logic,* volumen I, p. 7. "Dar un nombre es, para el pensamiento civilizado, el primer paso en el conocimiento. Ello a un mismo tiempo depende de, y en cierto sentido crea, una organización reconocible de las cosas, las cualidades y las relaciones. Allí donde hay que ocupar un nuevo territorio, real o metafóricamente, la primera necesidad consiste en hallar puntos reconocibles mediante los cuales, al ser nombrados, podamos observar y comunicar nuestro paradero."

basada en ella. Determinar qué es pertinente y qué no lo es, es emplear el método científico. Aprehender la similitud entre las cosas es a menudo sugestivo, pero puede ser engañoso. La naturaleza de un argumento por analogía puede verse mejor si hacemos una comparación entre dos ejemplos de su uso. El primer ejemplo está tomado de un argumento dirigido por un autor del siglo diecisiete, Francesco Sizzi, contra el descubrimiento de los satélites de Júpiter por Galileo.

"Hay siete ventanas en la cabeza: dos fosas nasales, dos ojos, dos oídos y una boca; asimismo en el cielo hay dos estrellas favorables, dos desfavorables, dos luminarias, y sólo Mercurio indeciso e indiferente. De éstos y otros muchos fenómenos similares de la naturaleza, tales como los siete metales, etcétera, los cuales sería tedioso enumerar, colegimos que el número de los planetas es necesariamente siete." [14]

Este argumento se basa en la similitud de tener la propiedad de *ser siete en número*, complementada con una supuesta similitud en la división en tres conjuntos de dos objetos y uno de uno. Las cosas que tienen el número, "las ventanas en la cabeza" y los planetas, son obviamente muy disímiles en otros aspectos. El argumento ahora nos parece absurdo. Pensamos que la similitud de *ser siete* carece de importancia y no constituye una base suficiente para la inferencia. Debe observarse, sin embargo, que aunque la base explícita del argumento es simplemente la similitud en número, se considera que este número particular, *siete*, tiene en sí mismo propiedades importantes y por lo tanto difiere, *como número*, del *ocho*, pongamos por caso. [15]

El segundo ejemplo está tomado de un capítulo sobre la *Analogía* en las obras del filósofo Thomas Reid:

"Podemos observar una gran similitud entre esta Tierra que habitamos y los otros planetas: Saturno, Júpiter, Marte, Venus y Mercurio. Todos ellos giran alrededor del Sol, al igual que la Tierra, aunque a diferentes distancias y en diferentes periodos. Todos ellos toman su luz del Sol, al igual que la Tierra. Se sabe que varios de ellos giran alrededor de su eje, al igual que la Tierra, y que, en virtud de ello, deben de tener una sucesión similar de días y noches. Algunos de ellos tienen Lunas, que sirven para darles luz en ausencia del Sol, como lo hace nuestra propia Luna. Todos ellos están sujetos, en sus movimientos, a la misma ley de gravitación que la Tierra. Partiendo de toda esta similitud no es irrazonable pensar que estos planetas puedan, como nuestra Tierra,

[14] Citado por Sir OLIVER LODGE en *Pioneers of science*, p. 106.

[15] No es necesario indagar estas propiedades, puesto que el argumento es obviamente defectuoso y su conclusión ha sido refutada definitivamente. Lo citamos aquí tan sólo como un ejemplo de la manera como ha sido utilizado el argumento que parte de la analogía. No sugiero que la afirmación en el texto haga justicia al sistema de organización dentro del cual argumentaba Sizzi.

estar habitados por diversos órdenes de criaturas vivientes. Hay alguna probabilidad en esta conclusión derivada de la analogía."[16]

No es difícil determinar las propiedades que constituyen, en este argumento, la analogía positiva conocida. Algunas de esas propiedades pertenecientes a la analogía negativa conocida son indicadas, por ejemplo: las diferentes distancias respecto del Sol, con la propiedad conexa de la mayor longitud de órbita; pero la analogía positiva no está desarrollada de una manera sistemática. Tal desarrollo sería necesario para completar el argumento. Sólo nos interesa, sin embargo, comparar este argumento con el uso que da a la analogía Francesco Sizzi. Es obvio que el argumento de Reid depende de la consideración de propiedades que son importantes en el sentido de que una propiedad está conectada con otras. Así, la propiedad de *estar habitados por diversos órdenes de seres vivientes* está conectada con las propiedades *girar alrededor del sol, derivar luz del sol* y, posiblemente, con *rotar*, puesto que esto entraña periodos de oscuridad que necesitan descanso. Estas propiedades hacen que el argumento no sea implausible. Haría falta una investigación adicional en relación con las propiedades que se sabe están conectadas con la *propiedad inferida* de *estar habitados por diversos órdenes de criaturas*, tales como, por ejemplo, la posesión de una atmósfera, los efectos de la gravedad en la superficie de cada planeta, etcétera. Supongamos que se admite que la existencia de una criatura como el hombre depende de la presencia del aire; entonces la cuestión de que un planeta dado, digamos Marte, esté o no rodeado de aire sería una importante cuestión por resolver. Suponiendo que la consideración de tales cuestiones se deja abierta, puede admitirse que la analogía es sugestiva, mientras que la analogía de Sizzi no lo es. Su sugestividad superior consiste en el hecho de que la analogía positiva admite desarrollo. Éste no es el caso con la propiedad *ser siete en número* sobre la cual se basa el argumento de Sizzi.

Se observará que la conclusión de Reid se restringe a la posibilidad de que estos planetas estén "habitados por diversos órdenes de criaturas". Habría habido menos plausibilidad en el argumento si Reid hubiese incluido las propiedades determinadas, *ser criaturas tales como los hombres*, quienes tienen las características de *ser propensos a pelear, algunas veces sensibles a la belleza, muy raramente capaces de crear obras de arte, frecuentemente tolerantes con las malas condiciones de vida*, etcétera. Si Reid hubiese incluido las propiedades determinadas, habría aumentado lo que J. M. Keynes llama la *comprehensividad* de la conclusión, y al hacerlo habría disminuido la probabilidad de su verdad.

Ahora podemos precisar las características de las que depende la

[16] REID, *Works* (edición de Hamilton, p. 236).

fuerza de un argumento analógico. La fuerza de éste depende del carácter de la similitud inicial y de la comprehensividad relativa de las propiedades que se afirma están conectadas. Si la similitud inicial es tal que la propiedad inferida podría explicar la similitud, entonces es probable que la conclusión sea verdadera. Cuando tal relación existe entre la analogía positiva conocida y la propiedad inferida, la analogía positiva consiste en propiedades *importantes*. Siempre que argumentamos a partir de la analogía, suponemos que esta relación rige entre las propiedades que son la base de la analogía y la propiedad inferida de ellas. Así, en nuestra ilustración, la propiedad de *girar alrededor del sol* sería una propiedad importante relativamente a la conclusión que es inferida. La similitud inicial debe ser una similitud entre propiedades que son *importantes* en este sentido. Mientras más podamos aumentar la analogía total conocida, más probabilidad habrá de que podamos aumentar el número de propiedades importantes que ésta contiene; por lo tanto, menos probabilidad habrá de que pasemos por alto una diferencia o similitud importante. Para este fin resulta útil examinar un número de casos que tienen las propiedades que constituyen la similitud inicial. El examen de un número de tales casos, que en otros aspectos difieren tanto como es posible, probablemente revele aquellas propiedades que son importantes, negativa o positivamente.

Ahora tenemos que considerar el segundo factor del que depende la fuerza de un argumento a partir de la analogía. Mientras más comprehensivas sean las propiedades inferidas, menos probabilidad hay de que la conclusión sea verdadera. Ya vimos que el argumento de Reid era más plausible porque éste se contentaba con inferir una propiedad restringida. En cambio, mientras menos comprehensivas sean las propiedades implicantes, menos probable es que la conclusión sea verdadera. Así, el argumento de Sizzi se basaba en la sola propiedad de la similitud en número, complementada con una caprichosa organización en conjuntos de planetas correspondientes a características faciales. Una metáfora que se expande hasta convertirse en una analogía tiene esta característica de no ser suficientemente comprehensiva en relación con la propiedad implicante. Al intentar desarrollar un argumento partiendo de la analogía debemos, pues, tratar de aumentar la comprehensividad de las propiedades implicantes y disminuir la comprehensividad de las propiedades implicadas. Es en este sentido únicamente que *número de propiedades* es pertinente a la fuerza de un argumento analógico. No siempre ha habido una clara comprensión de esto. Mill, por ejemplo, parece poner un énfasis excesivo en el mero número de propiedades en la analogía positiva.[17]

[17] Libro III, capítulo XX, § 3. El tratamiento que da Mill a la analogía sugiere varios puntos de importancia. Pero su exposición es inexacta y descuidada. Mill también comete el error de oponer la analogía a lo que él llama una

En todo momento somos propensos a dejarnos impresionar por analogías débiles, debido al hecho de que una similitud que es *interesante* o emocionalmente satisfactoria nos parecerá significativa si no estamos en guardia. Mientras mayor sea nuestra ignorancia del asunto en cuestión, más probabilidades hay de que nos dejemos engañar por una analogía débil. En consecuencia, no debemos sorprendernos de que los pueblos primitivos a menudo hayan basado conclusiones en analogías defectuosas, puesto que se vieron llevados a atribuir importancia a analogías que ahora sabemos son sumamente superficiales. Así, se ha supuesto que el encender una vela ayuda al Sol a salir; que un enfermo de ictericia sanará si se le rodea de objetos rojos, tales como pelos de un toro rojo, la piel de un toro, etcétera, haciendo que la ictericia pase a los cuerpos de los pájaros amarillos. Tales creencias nos parecen absurdas debido a nuestros considerables conocimientos pertinentes a la situación. El hecho de que *algunas* similitudes son importantes es el fundamento del argumento a partir de la analogía. La distinción entre las similitudes que son importantes y las que no lo son se produce lentamente, a medida que aumenta nuestro conocimiento de las ocurrencias naturales. Por lo tanto, no se nos debe hacer difícil entender que, como señala Keynes, "el sentido común de la raza se ha dejado impresionar por analogías muy débiles". Bajo la influencia de la emoción o como resultado de una creencia previa en la conclusión, personas menos ignorantes que los salvajes pueden de este modo llamarse a engaño. De tal suerte, Sir Arthur Keith, en su *Discurso Presidencial a la Asociación Británica* (1927), en el curso de un argumento concebido para negar la inmaterialidad del espíritu, razona de la siguiente manera:

"Los espiritualistas creen que la mente o el alma viene del espacio. . . , usa el cuerpo como un vehículo de su manifestación y tarde o temprano desecha su envoltura material y se escapa otra vez al espacio. En suma, el biólogo moderno supone que el cuerpo material o la vela viene primero, y el espíritu o la llama después; en tanto que el espiritualista invierte el orden de los sucesos." [18]

No tenemos que estar de acuerdo con los espiritualistas para reconocer que la analogía de *cerebro* y *alma* con *vela* y *llama* es una analogía defectuosa que da por admitido el punto en cuestión, puesto que tanto la vela como la llama son reconocidamente materiales. Es improbable que un anatomista eminente haya empleado tal analogía débil si no fuera porque ya tenía una fuerte predisposición a creer aquello que su argumento supuestamente apoya.

Un argumento que parte de una analogía es un argumento basado

"inducción completa". Al hacer esto, limita la *analogía* a lo que hemos llamado "argumento a partir de la analogía".

[18] *Darwinism and what it implies.*

en similitudes *no probadas*. Tales argumentos pueden variar de las afirmaciones meramente metafóricas a las comparaciones detalladas e importantes. Una similitud inexplicada, demasiado notable para que se la considere accidental, puede formar la base de una hipótesis que explicaría la similitud. La famosa Hipótesis Nebular de Laplace es un ejemplo de una teoría importante sugerida por una analogía de este tipo. La enunciación laplaciana de esta analogía es tan breve y tan iluminadora que la transcribiremos a continuación. Laplace enuncia así el problema:

"No importa cuán arbitrarios puedan ser los elementos del sistema de los planetas, existen entre ellos algunas relaciones muy notables que pueden arrojar luz sobre su origen. Considerando el sistema con atención, nos asombra ver que todos los planetas [19] se mueven alrededor del Sol de occidente a oriente, y casi en el mismo plano; y todos los satélites se mueven alrededor de sus respectivos planetas en la misma dirección, y casi todos ellos en el mismo plano con los planetas. Finalmente el Sol, los planetas y aquellos satélites en los que se ha observado un movimiento de rotación, giran alrededor de su propio eje, en la misma dirección y casi en el mismo plano que su movimiento de proyección.

"Los satélites exhiben en este aspecto una notable peculiaridad. Su movimiento de rotación es exactamente igual a su movimiento de revolución, de suerte que siempre presentan el mismo hemisferio a su planeta primario. Esto se ha observado cuando menos en el caso de la Luna, de los cuatro satélites de Júpiter y del último satélite de Saturno, el único satélite cuya rotación ha sido reconocida hasta ahora. Fenómenos tan extraordinarios no son el efecto de causas irregulares...

"Otro fenómeno del sistema solar igualmente notable es la pequeña excentricidad de las órbitas de los planetas y sus satélites, mientras que las de los cometas son sumamente extendidas. Las órbitas de este sistema no presentan grados intermedios entre una excentricidad grande y una pequeña. Nuevamente estamos obligados a reconocer el efecto de una causa regular; la pura casualidad no podría haber dado una forma tan aproximadamente circular a la órbita de casi todos los planetas. Es necesario, por lo tanto, que la causa que determinó los movimientos de estos planetas los haya hecho también aproximadamente circulares." [20]

Así observó Laplace similitudes que constituyen la analogía positiva, a saber, la dirección de la revolución de los planetas alrededor del Sol, de los satélites alrededor de sus planetas primarios, de la rotación

[19] Laplace ignoraba que Herschel había descubierto en 1787 que los satélites de Urano tienen un movimiento retrógrado.

[20] *The system of the world*, capítulo LI. Laplace escribió este libro en 1796.

de los planetas alrededor de su eje. Observó también Laplace que los planetas tienen órbitas aproximadamente circulares, en tanto que los cometas no. Por lo tanto, había en la analogía positiva un importante elemento adicional que no poseían los cuerpos fuera del sistema solar. De consiguiente, Laplace se preguntó: "¿Cuál es la causa de esta notable similitud?" Partiendo de la analogía, argumentó hacia un origen común de los movimientos planetarios y fue llevado así a formular la hipótesis de que el sistema solar se originó a partir de una nebulosa en rotación.[21] No nos interesa aquí la hipótesis en sí, sino el hecho de que ésta le fue sugerida a Laplace por la notable analogía positiva que acabamos de describir. No es difícil advertir que la analogía es sugestiva. Si la comparamos, en vía de contraste, con la de Sizzi, será obvio que su sugestividad se debe al hecho de que las similitudes observadas son susceptibles de ser conectadas sistemáticamente de una manera tal que excluya el parecido meramente arbitrario.

La analogía, en el sentido más amplio, no es una forma especial de argumento, sino un elemento en *toda* investigación inductiva. Ya hemos visto que una inducción por enumeración simple sólo es posible cuando los casos enumerados tienen propiedades comunes, y la inducción se basa así en la analogía. Debe haber no sólo *repetición* de casos, sino también similitud y variedad en los casos mismos. Deseamos apoyarnos no sólo en el número, sino también en la similitud. Como señala Keynes: "El método científico, ciertamente, está dedicado de manera principal a descubrir medios de aumentar la analogía conocida hasta el punto de que podamos prescindir, en el mayor grado posible, de los métodos de la inducción pura."[22]

[21] Se ha demostrado que esta hipótesis es insostenible, pero Sir JAMES JEANS dice: "La concepción de Laplace ha sido asombrosamente fructífera. Apenas sería excesivo decir que o bien ha revelado o bien ha dado una clave valiosa para el origen de toda formación normal en el cielo, con la sola excepción del origen del sistema solar que se propuso buscar." (*The Nebular Hypothesis and Modern Cosmogony*: *Halley Lecture*, 1922, pp. 26-7.)

[22] *Op. cit.*, p. 241.

XV. CAUSALIDAD

"Deseamos saber si el conocimiento de un hecho arroja *cualquier clase* de luz sobre la probabilidad de otro. La teoría de la causalidad es importante sólo porque se piensa que, por medio de sus supuestos, la experiencia de un fenómeno *puede* arrojar luz sobre la espectativa de otro." —J. M. KEYNES.

1. § *Uniformidades y multiformidades*

A POCAS personas les sorprendería seriamente el descubrimiento de que los cisnes pueden ser negros; la aparición de un pavo real blanco es interesante, pero no alarmante. Estamos acostumbrados a ver gallinas pardas y gallinas blancas, caballos negros y caballos alazanes, tulipanes rojos y tulipanes amarillos, mares tormentosos y mares tranquilos. Pero la mayoría de los hombres familiarizados con la nieve se sorprenderían si un puñado de nieve colocado frente a un fuego no se derritiera, o si las calles permanecieran secas bajo un aguacero, o si un hombre al que se le ha dado un balazo sobre el corazón a quemarropa permaneciera de pie y aparentemente impávido. Asimismo, un hombre podría sorprenderse si, al llegar una mañana a una estación de ferrocarril, encontrara que no hay mozos de equipaje, ni trenes, ni señal alguna de la actividad que usualmente tiene lugar en una estación. Su sorpresa sería de un tipo muy diferente del de aquella que le produciría observar las calles secas bajo un aguacero o la impasibilidad del hombre con un balazo en el corazón. Probablemente se explicaría de inmediato la inusitada situación de la estación suponiendo que ha habido una huelga relámpago. Él sabe que el funcionamiento de una estación de ferrocarril depende en parte de las voliciones humanas, y creería que éstas son susceptibles de variación. Pero los otros sucesos producirían una sensación de pesadilla. Un mundo en el que la lluvia no mojara las calles parecería caótico. Parecería caótico porque, dado que en nuestra experiencia siempre hemos hallado que la lluvia moja las superficies sobre las cuales cae, hemos venido a esperar que siempre sea así. Una lluvia que careciera de esta propiedad no *sería* lluvia. Pero el hecho de que un hombre sea sorprendido por un aguacero sin su paraguas no sorprendería a

nadie que viva en Inglaterra. En otras palabras, creemos que hay regularidades confiables en el mundo exterior, aunque algunas cosas "sencillamente suceden así". La vida del hombre civilizado está condicionada por la creencia de que, si él obra de tal o cual manera, se producirá tal o cual resultado. Toda persona cree que si está hambrienta e ingiere alimentos, su hambre será satisfecha; que el agua apagará su sed; que el fuego lo calentará; que el terreno sobre el cual pisa soportará su peso; que el calor derretirá la nieve, y que el día y la noche se alternan. Creencias tales como éstas se sustentan con diversos grados de fuerza. Pueden ser erróneas. La sed de la fiebre no se apaga con agua; a un hombre agonizante no lo calienta el fuego; al terreno sólido puede agitarlo un terremoto. Con todo, sin la creencia en algunas regularidades confiables no obraríamos como en realidad obramos todos. El incumplimiento ocasional de nuestras expectativas presupone la formación de tales expectativas. La sorpresa del hombre al ver la estación de ferrocarril desierta es una evidencia de su creencia en el comportamiento ordenado. Pero el mismo hombre no espera que la calle presente el mismo aspecto todas las mañanas, cuando él se dirige a la estación. Si viera morir a un hombre al ser golpeado por una teja desprendida de un techo, describiría tal muerte como "accidental".

Tales experiencias muestran que estamos acostumbrados a distinguir entre las ocurrencias que consideramos regularmente conectadas, y las ocurrencias que consideramos accidental o casualmente conjuntadas. A las ocurrencias del primer tipo las llamaremos *uniformidades*; a las del segundo tipo las llamaremos *multiformidades*. La ciencia comienza con lo que puede describirse como el descubrimiento de las uniformidades menores de la naturaleza, conexiones regulares entre hechos tomados en relativo aislamiento de otros hechos. La enumeración simple es un método por medio del cual podemos descubrir uniformidades menores tales como la conexión entre *cuervos y color negro*, o entre *llamas y calor*, o entre *beber agua y apagar la sed*, o entre *aguacero y calles mojadas*. Estos ejemplos incluyen tales generalizaciones empíricas como *Todos los cuervos son negros*, que no estaríamos impreparados para descubrir si no fuesen uniformes, así como uniformidades tales como *La lluvia moja las calles*, que no esperaríamos ver incumplidas. A menudo encontramos multiformidades allí donde algún elemento de analogía podría haber sugerido una conexión regular. Algunas veces el mes de junio es cálido en Inglaterra; con mayor frecuencia es frío. Algunas de las personas que viven junto al mar mueren cuando hay marea baja; otras mueren cuando hay marea alta. [1] Algunos grandes hombres mueren durante una tormenta; otros no. Algunas veces una persona que ha mirado a la luna a través

[1] *Cf.* " 'La gente no puede morirse en la costa', dijo el señor Peggotty, 'excepto cuando la marea está bien baja. Y no pueden nacer a menos que esté bien alta . . . no nacen propiamente sino hasta la pleamar. Él se está yendo con la marea' " *David Copperfield*, capítulo xxx.

de un cristal sufre una desgracia antes de que la luna mengüe, mientras que otras personas que miraron junto con ella no sufren ningún desastre. La primera etapa en la ciencia consiste en distinguir tales multiformidades de las uniformidades. Entonces puede ser posible, por medio del análisis de los factores pertinentes en la ocurrencia compleja que constituye una multiformidad, resolver ésta en una uniformidad de superior generalidad y mayor abstracción. En esta etapa pasamos insensiblemente del conocimiento del sentido común, a través del sentido común organizado, al conocimiento que se llamaría "científico" en el sentido estricto. No hay compartimientos estancos. El hombre primitivo descubrió algunas de las uniformidades menores. En su esfuerzo por dominar su medio ambiente, se apoyó tanto en su conocimiento de estas uniformidades como en las prácticas rituales por medio de las cuales confiaba en invocar la ayuda de agentes mágicos. El doctor Malinowski ha expresado esto claramente: "Si uno le sugiriera a un nativo [de Melanesia] que hiciera su jardín principalmente por medio de la magia y se evitara el trabajo, sencillamente se reiría de nuestra simplicidad. Él sabe tan bien como uno que hay condiciones y causas naturales, y gracias a sus observaciones sabe también que es capaz de controlar estas fuerzas naturales mediante el esfuerzo mental y físico. Su conocimiento es limitado, sin duda, pero en la medida en que existe es impermeable al misticismo. Si las cercas se caen, si la semilla es destruida o se seca o se la lleva el agua, el nativo no recurrirá a la magia, sino al trabajo guiado por el conocimiento y la razón. Su experiencia le ha enseñado también, por otra parte, que a pesar de todas sus previsiones y fuera del alcance de todos sus esfuerzos, hay agencias y fuerzas que un año otorgan insólitos e inmerecidos beneficios de fertilidad, haciendo que todo marche sobre ruedas: la lluvia y el sol aparecen en el momento justo, los insectos dañinos permanecen inactivos, las cosechas son superabundantes; y otro año las mismas agencias traen calamidades y mala suerte, lo persiguen de principio a fin y frustran sus más tenaces esfuerzos y sus conocimientos más fundados. Para dominar estas influencias, y sólo éstas, el nativo emplea la magia."[2] Esto recuerda el viejo refrán: "A Dios rogando y con el mazo dando."

Las experiencias cotidianas nos conducen, pues, a distinguir entre *lo que sucede siempre* y *lo que sucede algunas veces, pero no siempre*. Si es que hemos de ordenar nuestra experiencia y saber qué podemos esperar, debemos ser capaces de sustituir *algunas veces* por *siempre*. Tenemos que considerar ahora si hay características pertenecientes a uniformidades tales que sean intrínsecamente diferentes de las multiformidades. Habría tal diferencia intrínseca si todas las uniformidades fueran conexiones *causales*. Tenemos que indagar si éste es el caso, y qué significamos precisamente al decir que una uniformidad es una uniformidad *causal*. Antes de examinar este problema necesitamos

[2] *Religion, science and reality*, p. 30.

una definición más exacta de los términos que hemos usado. Estas definiciones pueden darse de la siguiente manera:

(1) Una *multiformidad* es un conjunto de ocurrencias o de propiedades tales que algún miembro del conjunto, o más de uno, acaece repetidas veces sin el resto.

(2) Una *uniformidad* es un conjunto de ocurrencias o de propiedades tales que, si alguna de ellas acaece, las demás también acaecen.

§ 2. *La noción de causa según el sentido común*

El hombre ordinario sabe muy bien cómo usar la palabra "causa". La mayoría de los verbos transitivos, excepto aquellos que expresan actitudes emocionales, expresan causación, como por ejemplo: *hacer, producir, influir, curar, derribar, cocinar, levantar, construir, destruir.* Si al hombre corriente se le pregunta: "¿Qué entiende usted por causa?", probablemente replicará: "Lo que hace que una cosa suceda." Él sabe que está usando la noción de causa cuando dice: "El niño murió de pulmonía", "Lo que incendió la casa fue un corto circuito", "El calor ha dilatado los rieles", "Ella movió el reloj con tanta brusquedad que se ha parado." El hombre ordinario significa algo definido cuando dice: "No se encontrará una cura para el cáncer hasta que se conozca su causa." Este *uso* correcto de la noción de causación es, sin embargo, compatible con una concepción sumamente confusa de lo que es exactamente la causación. Las discusiones de los filósofos han contribuido poco, si es que han contribuido algo, a aclarar estas confusiones. No es del todo injustificado el comentario de Russell al efecto de que "la palabra 'causa' está tan inextricablemente ligada con asociaciones engañosas, que se ha hecho deseable su total expulsión del vocabulario filosófico." [3] Pero, sea cual fuere el caso en lo que respecta a la filosofía, no es posible expulsar la palabra o la concepción de la ciencia. "Causa" expresa un concepto que es indispensable para las primeras etapas del intento de ordenar los hechos de la experiencia. Por referencia a este concepto la concepción de las uniformidades puede hacerse determinada. Desde este punto de vista tenemos que considerar ahora lo que significa decir conexión causal.

Como sugieren los ejemplos dados anteriormente, la noción primitiva de causa asimila la causación a la agencia. Una causa es lo que hace que las cosas sucedan. Todo el mundo sabe lo que es producir cambios activamente en su medio ambiente. Movemos las cosas de un lado a otro. Pellizcamos un trozo de caucho y su forma cambia.

[3] *Mysticism and logic,* p. 180. El propio Russell ha basado recientemente su filosofía de la ciencia en la concepción de "líneas causales" que, sin embargo, no intenta analizar y que tal vez no pueden sostener el peso de la construcción que él asienta sobre tal concepción.

Soplamos un balón y se infla. Atizamos el fuego y se alza una llama. Golpeamos una pelota de golf y se eleva. Estas diversas cosas que *hacemos* van seguidas de cambios que podemos *percibir*. La noción popular de causa se basa en experiencias como ésas. Locke, que es preeminentemente el hombre ordinario entre los filósofos, define *causa* así: "Una causa es aquello que hace que cualquier otra cosa . . . empiece a ser, y un efecto es aquello que tuvo su comienzo en alguna otra cosa." [4] Debe observarse que *causa* y *efecto* se definen aquí como términos en una relación de *producir*. Desde este punto de vista, el efecto se considera relativamente pasivo; la causa considerada como un agente *lo hace* lo que es. Así, pues, la noción de causa es interpretada en términos de la experiencia que uno tiene de ser activo cuando uno ejerce un esfuerzo para forzar a algo, o a alguien, a hacer lo que uno quiere que se haga. Esta analogía queda revelada en tales expresiones como "la causa *compele* al efecto", "un *poder* en la causa para producir el efecto", que han sido utilizadas constantemente en las afirmaciones de causación. Esta concepción se conoce como la concepción activista de la causación. Es indudablemente la concepción de la persona poco enterada. Tal persona cree comprender lo que sucede cuando una bola de billar golpea a otra bola, puesto que lo asimila a su propia experiencia de empujar algo. Esta tendencia antropomórfica es natural en los comienzos de la ciencia. El lenguaje técnico de las ciencias muestra cuán profundamente arraigada está: *fuerza, trabajo, energía, acción mínima,* son términos que asimilan a la experiencia humana lo que sucede en la naturaleza. Pero a medida que la ciencia avanza, los elementos antropomórficos se eliminan gradualmente. Puede aseverarse sin temor que la noción de causa como ejercicio de compulsión, como un agente que obliga a algo a obrar en determinada forma, no merece ya consideración seria. Con todo, la concepción activista está bien arraigada. El profesor T. P. Nunn ha señalado que "el estudiante medio de física de nuestros días probablemente sigue siendo, en el fondo, un antropomorfista. Considera su ciencia como una cacería de causas y no meramente una búsqueda de lo que Lucrecio, con fina inspiración, llamó *naturae species ratioque*; y las causas que él lee en la naturaleza casi siempre imprimen a las transacciones entre cuerpos materiales rasgos del tráfico entre la mente del hombre y su medio ambiente." [5] Esta persistencia de la concepción activista obstaculiza el análisis de la relación causal, pues pone el énfasis en los *términos* y no en la *relación*. El resultado de este énfasis ha sido el de subrayar indebidamente tanto la prioridad temporal de la causa respecto del efecto, y la distinción entre causa y condición. Más adelante examinaremos estos dos puntos. Ambos son esenciales a la noción del sentido común, que debemos examinar primero con mayor cuidado.

[4] *Essay on the human understanding,* libro II, capítulo XXVI, § 2.

[5] *Anthropomorphism and physics,* p. 5. (*British Academy. Annual Philosophical Lecture,* 1926.)

Considérese la proposición *La lluvia moja las calles*. Esto podría expresarse mediante "La lluvia es causa de que las calles se mojen." Al afirmar tal proposición, el hombre corriente significaría que, en esta ocasión, la calle no se habría mojado a menos que la lluvia hubiese caído sobre ella. Estaría dispuesto a admitir que, en otras ocasiones, la mojadura podría deberse al agua de un camión-regadera o a una tubería rota. Asimismo, "Carlos I de Inglaterra murió porque le cortaron la cabeza" se entendería en el sentido de que la decapitación de Carlos I fue la ocurrencia que puso fin a su vida; que si el hacha del verdugo no hubiese golpeado su cuello con cierto grado de fuerza, él no habría muerto como y cuando murió. Así, pues, el sentido común parece considerar la causa como una ocurrencia *pertinente* al acontecer del efecto. Dado que la causa ocurra, entonces el efecto ocurre. Parece claro que la concepción de la causación está limitada por el sentido común a lo que sucede en el espacio y en el tiempo (o en el tiempo solamente en el caso de acontecimientos mentales) [6] y esto únicamente en la medida en que lo que sucede sea considerado cambiante —es decir, que se altera— en carácter. En el ejemplo "La lluvia moja las calles", la causa es claramente *la caída de la lluvia*, y lo que ella causa es un cambio *en el carácter* de la calle. No causa *el pavimento*, sino la *mojadura* de la calle que anteriormente estaba seca. Si la calle no hubiese estado ahí, no podría haber una *calle* mojada; pero la calle puede estar ahí sin estar *mojada*. O, para usar un ejemplo dado en un capítulo anterior, "La pulsación del aire enfría el alambre caliente". Aquí, el efecto es *un cambio en la temperatura* del alambre. Así, la noción de causación parece ser aplicada a un cambio en el carácter de algo. Hemos utilizado "ocurrencia" para denotar un acontecimiento espacio-temporal que tiene determinados caracteres o propiedades. De tal suerte, *la causa* es una ocurrencia relacionada con alguna otra ocurrencia, *el efecto*. "Ocurrencia" sugiere algo cambiante. Pero se considera que el efecto es un cambio en algo que, relativamente a él, sigue sin cambiar.

La noción de causa, entonces, parece producirse cuando observamos un cambio que ocurre en algo. Es obvio que el sentido común prestará la mayor atención a los cambios notables. Un cambio es notable cuando es sensacionalmente impresionante o cuando afecta emocionalmente. Es a tales cambios a los que el sentido común les busca causas. Además, en la determinación de cuáles de las diversas ocurrencias presentes han de ser consideradas como *la* causa, el sentido común selecciona una vez más las más notables. Esta selección se debe a la actitud práctica del hombre corriente, que desea saber no sólo *qué ha causado* un efecto dado, sino *cómo producir* tal efecto en otra oca-

[6] Ciertamente, el sentido común considera los acontecimientos mentales como no-espaciales, y con cierto titubeo aplica la concepción de la causación a tales acontecimientos. No es necesario para nuestros fines examinar esta aplicación. Por lo tanto, nuestro examen se limita a acontecimientos no-mentales.

sión. Esta actitud práctica se refleja en los problemas tradicionales de la causación. Por una parte, la ocurrencia seleccionada como *la causa* ha sido aislada de otras ocurrencias que son en realidad factores conjuntos con ella; por otra parte, la ocurrencia considerada como *el efecto* no ha sido analizada, de modo que diferentes conjuntos de factores han sido considerados como el *mismo* efecto. De aquí ha surgido lo que se conoce como el problema de la pluralidad de causas. La trillada ilustración "La muerte puede tener muchas causas" constituye el mejor ejemplo. Hay más maneras de matar un gato que ahogándolo en mantequilla. Cada una de estas maneras mataría efectivamente al gato, aunque su estado mental y corporal podría ser muy diferente según el modo de matar que se haya adoptado. El procedimiento de la medicina forense se basa en el supuesto de que si los caracteres totales de la ocurrencia-efecto —o sea, *la muerte de la persona*— se determinan, entonces puede precisarse el carácter exacto de la ocurrencia-causa. Este supuesto puede ser erróneo, pero cuando menos es plausible. Sugiere un refinamiento de la noción de causa del sentido común; y un refinamiento, además, que sería bien inútil para el sentido común. Para fines prácticos, es una ventaja positiva conocer diferentes maneras de obtener cierto resultado, y a menudo es impertinente al fin dado saber qué *otros* resultados se producen también. De tal suerte, si un hombre desea matar a su enemigo, puede alcanzar su objeto apuñalándolo en el corazón, o envenenándolo, o ahogándolo, etcétera. Uno puede obtener puerco asado quemando la casa que contiene al puerco. El método puede ser dispendioso, pero no *por eso* deja de tener el efecto deseado. Un deseo de asar puercos con un aparato menos caro sugeriría la eliminación de ciertos factores de la ocurrencia causal, y esto entrañaría la eliminación de ciertos factores de la ocurrencia-efecto.

Asimismo, puesto que este punto de vista es práctico, el sentido común puede permitirse ignorar aquellas condiciones que por lo general están presentes y pueden, por lo tanto, darse por descontadas. Por ejemplo, el hombre ordinario quiere encender un cerillo. Lo frota en el costado de la cajetilla y obtiene el resultado apetecido. Él diría que la fricción causó la llama. Empero, si la operación se ejecutara dentro de un frasco del cual se hubiese extraído previamente todo el aire, se vería que el fósforo no se enciende. El hombre ordinario descubriría así que el oxígeno es también necesario para la producción del efecto. Sin embargo, puesto que el aire siempre está presente cuando el hombre corriente enciende un cerillo, él da su presencia por descontada y presta atención solamente a aquellos factores en la situación total que él sabe son factores cambiantes. Del mismo modo, también, da por descontadas la superficie preparada del costado de la cajetilla y cierta cantidad de fósforo en la cabeza del cerillo. Si el cerillo frotado de la manera ordinaria no se enciende, el hombre se ve obligado a notar alguna condición contrariante como, por ejemplo, la humedad de la superficie. El fracaso de la acción que

él se había propuesto lo lleva a reflexionar sobre las condiciones y a analizar, por lo tanto, una situación que de otra manera hubiera dado por descontada. De esta manera práctica, la actividad es reemplazada por la investigación teórica.

§ 3. *Desarrollo de la noción de causa según el sentido común*

Hemos visto que, como agentes prácticos, partimos de una situación compleja dentro de la cual deseamos producir ciertos cambios. Siempre y cuando se alcance el resultado apetecido, puede pasarse por alto cualquier *otra cosa* que también se alcance. Lo mismo sucede con lo que no se desea. Lo que importa desde el punto de vista práctico es lo que *siempre* está presente cuando la muerte está presente. Por lo tanto, "muerte" representa un conjunto de propiedades abstraídas de un conjunto de condiciones complejo. Siempre que un hombre recibe un balazo en el corazón, *muere*. Siempre que *un hombre está muerto,* deja de responder a nuestros ruegos. Las palabras en cursivas representan situaciones complejas que, en cada caso, son desde el punto de vista práctico *una sola* ocurrencia. Tales ocurrencias, tomadas como *una sola,* tienen diversos grados de abstracción. Así, *muerte* es una abstracción que requiere análisis. Tal análisis nos aleja del punto de vista del sentido común; implica contemplar la situación total retrospectivamente, no prospectivamente. La primera actitud es la del médico forense y la del investigador científico, la segunda es la del agente práctico; la una tiene que ver con el *saber,* la otra con el *hacer.* Ambas tienen que ver con las uniformidades, es decir, las conexiones regulares. El agente práctico, sin embargo, se contenta con una relación que es determinada solamente en la dirección *de* causa *a* efecto: *dondequiera que X ocurre, E ocurre.* Tal relación puede ser muchos-uno: dada la causa, entonces se determina el efecto, pero no a la inversa. Pero el investigador científico desea encontrar una relación que esté igualmente determinada en una y otra dirección, es decir, que busca una relación de uno-uno: *dondequiera que X ocurre, E ocurre, y E no ocurre a menos que X haya ocurrido.* De consiguiente, el investigador científico tiene que analizar las condiciones descomponiéndolas en sus factores constituyentes, de modo que pueda determinar si algunos son impertinentes, y si algunos, aunque necesarios, no son suficientes para la ocurrencia del resultado. La aparición de una pluralidad de causas —por ejemplo, que la muerte puede ser causada algunas veces por pulmonía, algunas veces por asfixia, etcétera, o que la sed puede ser apagada por el agua o por la sidra— se produce como consecuencia de pasar por alto ciertos factores en la situación total que constituye la ocurrencia-efecto. Esto debe resultar claro de acuerdo con lo anterior.

El problema de la determinación de uno-uno pertenece a la actitud retrospectiva; tiene que ver con el conocimiento, no con la acción.

La acción tiene lugar dentro de una situación concreta que tiene una dirección de tiempo en un solo sentido: *del* presente *al* futuro. Como investigador, el pensante es también un agente, situado dentro de una dirección de tiempo en un solo sentido. Él observa una ocurrencia, por ejemplo: la muerte a balazos de un hombre o la disolución de un terrón de azúcar en un líquido, que como suceso definido no se repite. Tampoco podría él hacer resucitar a este hombre particular y ver si ocurrirá el mismo efecto al matarlo de la misma manera. Pero cuando él dice: "Darle un balazo a un hombre en el corazón causa su muerte", él afirma que *siempre* que a un hombre se le da un balazo en el corazón, muere. La afirmación de una uniformidad causal es una generalización; en consecuencia, entraña abstracción. Ciertos factores en la situación total se pasan por alto como impertinentes. La creencia en la proposición causal general *Siempre que a un hombre se le da un balazo en el corazón muere* se basa en la experiencia de casos particulares en que se juzgó que algún factor en el pasado inmediato era *pertinente* a la ocurrencia-efecto, a saber, *el hecho de la muerte del hombre*. Se observa que un factor dado es *pertinente*. Esto no equivale a decir que se observa que es *necesario*. El problema de la necesidad no se le plantea al agente práctico, y no se le puede presentar al investigador científico hasta que éste haya generalizado a partir de los casos particulares de modo que obtenga la forma *siempre que* X, *entonces* E. El investigador, pues, debe pasar por alto aquellos factores que son peculiares al acontecer del suceso descrito como "*esta* ocurrencia", y los cuales en consecuencia determinan la imposibilidad de *su* repetición. En tal generalización a partir de la ocurrencia particular, el énfasis se pone en la *relación* causal y no en los términos. Este cambio de énfasis señala un avance desde el punto de vista del sentido común. Es, sin embargo, un desarrollo de la noción del sentido común, no un abandono radical de ella. Ahora debemos tratar de seguir los pasos de este desarrollo.

Pellizcamos un pedazo de goma y su forma cambia. Dejamos caer un terrón de azúcar en café caliente y se disuelve. Aquí tenemos dos ejemplos de cosas del sentido común cuyas características cambian. La goma de borrar que se deja sobre la mesa no cambia de forma. El azúcar en la azucarera no se disuelve. Si pellizcamos la mesa, no cambia de forma. Este último ejemplo sugiere que la ocurrencia de un efecto depende de la naturaleza de las dos cosas que se ponen en relación. El mismo movimiento de pellizcar cambiará la forma de la goma de borrar, pero no cambiará la forma de la mesa. Así, pues, la noción de causa del sentido común parece entrañar tres supuestos: (1) que son cosas las que entran en la relación causal; (2) que las características que pertenecen a la cosa, o, como diría el sentido común, "la naturaleza de la cosa", es pertinente a la situación causal; (3) que las cosas con las que no se interfiere no sufren cambios. El intento de ver qué entrañan precisamente estos supuestos puede permitirnos comprender más claramente qué es la causación.

(1) La concepción de lo que constituye una *cosa* es más o menos vaga. El filósofo Locke, que se inclinaba al punto de vista del sentido común por lo que se refiere a qué constituye una cosa, consideraba que debe de haber algún *substratum* imperceptible al cual pertenezcan los caracteres sensorialmente perceptibles de la cosa. Locke creía que este *substratum* es inconocible. El sentido común, sin embargo, no considera la *cosa* como un apoyo desconocido de los caracteres perceptibles. El hombre ordinario piensa, por ejemplo, que sabe muy bien qué es la *mesa*. El prototipo de la noción del sentido común de *cosa* es un cuerpo sólido, del mismo modo que el prototipo de la noción del sentido común de *causación* es nuestra experiencia de la actividad. Un cuerpo sólido tiene límites espaciales; es tangible; resiste que se le empuje; en algún sentido persiste, o dura, un tiempo más o menos largo; tiene características reconocibles como pertenecientes a él. Después de reflexionar, el hombre ordinario admitiría que un gas —el hidrógeno, por ejemplo— es una cosa, que la lluvia es una cosa, que el aire es una cosa, y así sucesivamente. Éstas son cosas porque *tienen* características; no son características *de* alguna otra cosa. Pero el sentido común distingue entre una *cosa* y *sus estados*. Por ejemplo, el papel que cubre una pared sería considerado como una cosa; los cambios de color a medida que el papel se destiñe serían considerados como *estados* del papel. Estos estados también tienen características. Por ejemplo, el estado del papel tiene la característica de ser azul pálido. El papel es una cosa; tiene características de diferente clase; por ejemplo, tiene la característica de alterar su color bajo la acción de la luz solar. O bien considérese *este pedazo de goma de borrar*. Es una cosa; tiene la característica de que su forma se altera cuando lo pellizcan. *Este terrón de azúcar* es otra cosa; tiene la característica de *disolverse en agua*. Estas características de *desteñirse*, de *elasticidad*, de *solubilidad* pertenecen a la cosa, no a sus estados. Daremos a tales características el nombre de *características causales*.[7] Cada estado de la cosa tiene características determinadas, un matiz de color definido, una forma definida, etcétera. A tales características les daremos el nombre de *características primarias*. Cuando una cosa cambia de un estado a otro, estas características primarias pueden ser diferentes. Puesto que estos estados son estados *de* la cosa, decimos que *la cosa* cambia. Pero también deseamos considerar la cosa como *persistente a través de* sus cambios. Por esta razón buscamos una causa del cambio, pero no de la persistencia. Lo que cambia son los estados; lo que no cambia es la cosa *de* la cual los estados son estados. El estado de una cosa es una ocurrencia. Reconocemos esto fácilmente en el caso del agua que se ha congelado. Reconocemos el agua *en un estado congelado* y vemos que ésta es una ocurrencia

[7] La expresión "característica causal" ha sido tomada del doctor C. D. Broad (véase *The mind and its place in Nature*, p. 432). En lo que se refiere al examen de este problema reconozco, como siempre, mi gran deuda con los escritos del doctor Broad.

que le ha sucedido al agua. No reconocemos tan fácilmente *persistir en un estado* como una ocurrencia. Por ejemplo, si la mesa está en el estado de continuar siendo de un color caoba definido, no pensamos usualmente en este persistir en un color definido como una ocurrencia. Pero si la mesa es volteada, pensamos en ella como en estado de caer. No hay justificación lógica para distinguir así entre estos dos casos. En ambos casos, la mesa *tiene* cierto estado, o está *en* cierto estado, y cada estado tiene características primarias determinadas. El sentido común por lo general da a tales características primarias el nombre de "cualidades simples". Aunque son *cosas* lo que el sentido común considera que entra en la relación causal, no es una *cosa* lo que se considera como la causa, sino cierto *estado* de la cosa. Por ejemplo, una mesa no es una causa, pero una mesa *en estado de caer* puede causar que la pierna de alguien se lastime. Ello es, sin embargo, un estado *de la mesa*, de modo que la relación causal entraña referencia a cosas.

(2) Lo que el sentido común llama "la naturaleza de la cosa" es el conjunto de características que pertenecen a ella. Pero el sentido común no distingue claramente entre las características causales que pertenecen a la cosa y las características primarias que pertenecen a sus estados. Ni tampoco tiene claridad alguna el sentido común por lo que toca a la distinción entre un *estado* de una cosa y una *característica*. Algunas de las confusiones y dificultades en la concepción del sentido común de sustancia y causación se deben al hecho de que no se hacen estas distinciones. La *cosa* no tiene características primarias; sus características pueden llamarse características *no-primarias*. Una característica no-primaria es muy diferente de una característica primaria. No es simple, pero está relacionada con la clase de características primarias que los estados de la cosa pueden exhibir. Así, pues, no podemos decir que *esta goma de borrar* es redonda o elíptica, sino que sus estados son redondos o elípticos; no podemos decir que *este papel de tornasol* es rojo o azul, sino que cuando este papel de tornasol está en un estado acidulado es azul, y cuando está en un estado alcalino es rojo. Esta distinción entre características no-primarias y primarias, de las cuales las primeras pertenecen a *la cosa* y las segundas a *sus estados*, revela que la cosa es una abstracción de cierto tipo.[8] No podemos examinar aquí la naturaleza de esta abstracción; basta con entender lo que se entiende por una característica causal. Las características causales de una cosa son lo que el químico llama las "propiedades" de una sustancia química, tales como una grasa o un metal. Ahora podemos definir esta noción. *Una característica causal de una cosa es un modo característico de comportamiento en relación con otras cosas.* De tal suerte, "*la naturaleza de una cosa*" incluye aquellas características que la cosa exhibe en relación con otras cosas. La concepción de *la naturaleza de una cosa* no puede

[8] Véase más adelante el Apéndice D.

precisarse, pues, sin referencia a conexiones causales; a la inversa, las conexiones causales no pueden precisarse sin referencia a estados de cosas, los cuales tienen características no-primarias.

(3) El supuesto de que "las cosas con las que no interferimos" no sufren cambios también carece de precisión, puesto que entraña la noción de "una cosa". La concepción de lo que constituye *una cosa* es vaga. El que X haya de ser llamado una cosa o un agregado de cosas depende principalmente, en lo que toca al sentido común, de consideraciones prácticas. El pie de una lámpara, el foco eléctrico y la pantalla constituyen, todos ellos, *una cosa* si la lámpara es utilizada para iluminar una habitación. Desde el punto de vista de la compra de la lámpara, hay cuando menos tres cosas. Es fácil multiplicar ejemplos para mostrar cuán vaga es la concepción de una cosa. El café y la leche son dos cosas; cuando se les mezcla en el desayuno son una sola cosa. Aparte los fines puramente prácticos, el sentido común probablemente consideraría *una cosa* como definible por referencia a la ocupación de un límite espacial sensorialmente continuo, ya sea pasando por alto la dimensión temporal o incluyéndola dentro de la noción de la persistencia de características sensorialmente similares a través de cierto periodo. Hemos visto que el sentido común distingue entre una cosa y sus estados. Cuando hay una alteración considerable en las características primarias, entonces el sentido común se rehusa a admitir la persistencia de la cosa. Así, pues, el sentido común requiere la continuidad sensorial de las características y supone que hay tal continuidad sensorial aun cuando no haya sido percibida continuamente. Por lo tanto, se argumenta, si hay un cambio en las características sensoriales manifestadas por una cosa en cierto estado, debe de haber algo que la *hace* cambiar. De este modo se produce el supuesto de que las cosas con las cuales no interferimos no cambian. Por ejemplo, dado que una vela es una cosa, entonces el sentido común no espera que cambie mientras la vela esté colocada sin encender en el candelabro. Si la vela que estaba en el candelabro se inclina hacia un lado al cabo de unas cuantas horas, el sentido común supone que alguna otra cosa diferente de la vela ha causado el cambio, por ejemplo, el calor en la habitación. El inclinarse bajo ciertas condiciones de temperatura es una característica causal de la vela. Estas condiciones dependen de otras cosas, por ejemplo: el fuego, las posiciones relativas del fuego y la vela, etcétera. Desde el punto de vista causal estas condiciones constituyen una situación, o conjunto de cosas relacionadas, que puede considerarse como un *sistema*. Si la vela en el candelabro fuese considerada como un sistema, tendríamos que distinguir cuando menos tres cosas diferentes, a saber, el candelabro, la cera y el pabilo. Estas cosas guardan relaciones espacio-temporales entre sí. Si no estuviese ocurriendo ningún cambio en este sistema, entonces se supondría que ningún cambio ocurriría *a menos que* algo que se encontrara fuera del sistema —por ejemplo, un

fuego o un cerillo encendido— entrara en relación espacio-temporal con éste. Sin embargo, si estuviese ocurriendo un cambio en el sistema-vela independientemente de algo que se encontrara fuera de éste, entonces se supondría que algo estaba sucediendo continuamente *en* el sistema, fuese o no perceptible en un principio.

Vemos, pues, que el intento de analizar una situación causal total entraña la distinción de diferentes factores que guardan relaciones espacio-temporales entre sí. *Lo que* ocurre dependerá de las características causales de las cosas en esa situación. Así, el fuego que derrite la vela tan sólo calienta el candelabro de metal. Un gran fuego en la cocina no derrite la vela en el dormitorio. Los factores en una situación causal deben tener una proximidad espacio-temporal.[9] Pero no todo en la situación dada es pertinente a la ocurrencia causal. Si lo fuese, no habría uniformidades causales, puesto que algunos factores en la situación no se repiten. No hay dos situaciones causales exactamente iguales. Una uniformidad causal es una conexión entre factores *reconocibles como los mismos* en diferentes ocasiones de su ocurrencia, es decir, bajo condiciones variantes y en diferentes lugares y momentos.

El desarrollo de la noción de causa del sentido común pone de manifiesto varios puntos importantes. La consideración de éstos nos permitirá aclarar ciertas distinciones respecto de las cuales el sentido común está confundido.

(1) Una uniformidad causal es una abstracción, puesto que conecta conjuntos de características que se repiten y que pertenecen a acontecimientos que no se repiten.

(2) Ni la distinción entre una cosa y sus estados, ni la distinción entre las cualidades que una cosa tiene y el modo en que se comporta en relación con otras cosas, están claramente establecidas en el nivel del sentido común. Así, el sentido común diría, por ejemplo, que una naranja tiene las cualidades de ser amarilla, tener una superficie áspera, ser jugosa, producir un olor fácilmente reconocible. Incluiría así en las cualidades de una naranja características que no siempre son perceptibles cuando se percibe una naranja, y que se exhiben solamente cuando la naranja está en relación con otras cosas. Se admitiría también que una naranja combinada con azúcar en cierta manera y bajo condiciones adecuadas —por ejemplo, cociéndose al fuego— se convierte en mermelada. El cambio perceptible entre la naranja cruda y la naranja en la mermelada sería considerado por el sentido común como el resultado de un proceso causal, dependiendo el resultado, en parte, de las cualidades originales de la naranja. Si se exprimiera la naranja con mucha fuerza, de modo que se la aplastara ligeramente y el jugo empezara a escurrir, se diría que

[9] Al decir que debe haber "proximidad espacio-temporal", significo que los diversos factores no pueden ser separados por una brecha espacio-temporal.

el estado de la naranja ha cambiado. Cuando la naranja se convierte en mermelada, no se diría que la naranja sigue existiendo como tal; se la ha *convertido en* otra cosa. El sentido común no intentaría determinar el punto exacto en que la naranja deja de ser una naranja y se convierte en pulpa o en mermelada.

De acuerdo con las distinciones que se nos ha hecho reconocer, las *cualidades* atribuidas a una naranja son características primarias de sus *estados*; sus modos de comportamiento en relación con otras cosas —por ejemplo, el azúcar y el calor del fuego o la mano de una persona que la exprime— son características causales de la *naranja*. Puesto que el sentido común pasa por alto el estado de *persistir en un estado* y advierte un estado sólo cuando hay un cambio de estado, esta concepción de *un estado de una cosa* es de por sí falsamente concebida. De aquí que el sentido común no logre aprehender claramente las relaciones entre los dos pares de distinciones que hemos estado examinando. Esta falsa concepción se debe a una concepción natural, pero errónea, de la sustancia. *La cosa* es considerada como algo sustancial, es decir, como una *sustancia*. Una sustancia se toma entonces como algo que persiste a través de un periodo y que posee cualidades simples, es decir, características primarias. Se supone que un pedazo de oro y una naranja podrían ser amarillos, aun cuando existieran solos en el universo y sólo por un momento. Lo erróneo de este supuesto debió de haber sido evidente tan pronto se reconoció que la luz es transmitida y necesita un tiempo finito para su transmisión. Locke enunció muy claramente el punto de vista del sentido común, e indicó también que es erróneo, en un pasaje que vale la pena transcribir:

> "Somos propensos a considerar cada una de las sustancias que encontramos como una cosa entera por sí misma, que tiene todas sus cualidades en sí misma y es independiente de otras cosas; pasando por alto en su mayor parte las operaciones de aquellos fluidos invisibles que las circundan y de cuyos movimientos y operaciones dependen la mayor parte de aquellas propiedades que se advierten en ellas y las cuales tomamos como señales inherentes de distinción mediante las cuales las conocemos y denominamos. Póngase un pedazo de oro solo en cualquier lugar, fuera del alcance y la influencia de todos los demás cuerpos, e inmediatamente perderá todo su color y peso y quizá su maleabilidad también; y, hasta donde yo sé, se convertirá en algo fácilmente desmenuzable... Esto es cierto: que las cosas, no importa cuán absolutas y enteras parezcan ser en sí mismas, no son sino retenedoras de otras partes de la naturaleza en aquello que nosotros más advertimos en ellas." [10]

[10] *Essay concerning the human understanding,* libro IV, capítulo VI, § 11. No sugerimos que este pasaje representa la concepción usual de Locke. Antes al contrario, el propio Locke adoptó la concepción del hombre común, haciendo de ella la base de su examen. Pero, en su tratamiento "De las Pro-

Aquí Locke subraya la necesidad de tomar en cuenta la relación de la cosa con otras cosas. Esto concuerda con la importancia de la distinción que hemos establecido entre la cosa y sus estados, y la consecuente distinción entre características causales y características primarias. Esta distinción arroja luz sobre la distinción, tan vagamente concebida por el sentido común, entre *causa* y *condición*. Puesto que las características causales de la cosa son sus modos de comportamiento característicos en relación con otras cosas, se desprende de ello que el modo de comportamiento de una cosa depende de qué otras cosas guardan relación con ella. Esto puede hacerse más claro por medio de un ejemplo. Consideremos un experimento simple. Una campana que pueda hacerse sonar continuamente por medio de un mecanismo de reloj se cuelga con hilos de seda dentro de un frasco de cristal. Se extrae el aire del frasco mediante una bomba de aire. A medida que se saca el aire, el sonido disminuye y muy pronto deja de escucharse, aunque el badajo de la campana sigue golpeando a ésta. Dada esta disposición, el aire es una condición necesaria para la propagación del sonido. Ahora bien, comúnmente se diría que los golpes del badajo eran la causa suficiente del sonido. Este experimento muestra que un medio material, tal como el aire o el agua, también es necesario para la producción del sonido. Se dice entonces que este medio material es una *condición*. Tanto el aire como los golpes del badajo son necesarios para la producción del sonido; juntos son suficientes. La reflexión acerca de esta distinción subraya la importancia de las características causales de las cosas. En el experimento de la campana, el medio tiene la característica causal de ser capaz de propagar las ondas sonoras; la campana tiene la característica causal de vibrar de tal manera cuando la golpea el badajo que coloca ondas sonoras en un medio adecuado con el que tiene proximidad espaciotemporal. Una condición es, pues, lo que debe estar presente en una situación dada a fin de que una característica causal de una cosa pueda manifestarse en un estado de la cosa, estado que tendrá ciertas características determinadas. Este estado es el efecto. La causa es aquel estado de alguna otra cosa respecto del cual el efecto es una consecuencia. En el ejemplo de la campana, puede decirse que la causa es el impacto del badajo en los costados de la campana; el efecto es la vibración de los costados que tiene como *su* efecto la comunicación de ondas sonoras al aire circundante. Esta distinción entre causa y condición no puede hacerse perfectamente precisa, y es engañosa, si se la lleva demasiado lejos. Lo importante es distinguir entre una condición *suficiente* y una condición *necesaria*. Una condición X es una *condición suficiente* de una ocurrencia A siempre y cuando que en toda ocasión en que X esté presente, ocurra A. Pero si A puede ocurrir cuando X está ausente, entonces X, aunque es una

posiciones Universales", se vio llevado a esta conclusión valiosa y sumamente inconsecuente, por lo que se refiere a su pensamiento principal.

condición suficiente, no es una condición *necesaria* de A. Así, pues, una condición N es una *condición necesaria* de A siempre y cuando que A nunca ocurra en ausencia de N. Una condición NS es una *condición necesaria y suficiente* de una ocurrencia A siempre y cuando que (i) en toda ocasión en que NS esté presente, ocurra A, y (ii) en toda ocasión en que NS esté ausente, no ocurra A. Debido a que el sentido común no reconoce estas distinciones, se dice algunas veces que X es "la causa" de A cuando es una condición necesaria pero no suficiente, y también cuando es una condición suficiente pero no necesaria. Esta ambigüedad en el uso de la palabra "causa" se debe a los intereses *prácticos* del sentido común, que, como hemos visto, conduce a la selección de un factor notable o impresionante fuera del conjunto de factores que son conjuntamente suficientes e independientemente necesarios para la producción del efecto. Por lo tanto, el sentido común no alcanza a reconocer que lo que tenemos que tomar en cuenta es un sistema cuyas partes dependen las unas de las otras. Esta dependencia es dependencia causal.

(3) De lo que acabamos de decir se desprende que la distinción entre causa y efecto no puede establecerse tan rígidamente como la establece el sentido común. El énfasis debe ponerse en la relación, siendo *causa* y *efecto* tan sólo los términos en la relación, seleccionados porque son notables, o prácticamente importantes o fácilmente diferenciables. Este énfasis práctico conduce, como hemos visto, a pasar por alto otros factores que son pertinentes, y, por lo tanto, a la concepción de que la relación causal no sólo es asimétrica sino también de muchos-uno. Pero se supone generalmente que si la causa y el efecto se determinan con igual precisión, la relación será de uno-uno, de modo que, dado el efecto, la causa queda en consecuencia determinada, y, dada la causa, el efecto queda en consecuencia determinado. En toda ocasión en que la distinción entre causa y efecto sea aplicable a una situación causal, la causa precede al efecto. La relación es pues asimétrica, puesto que la relación de prioridad temporal es asimétrica. [11] Veremos que esta distinción se hace menos importante a medida que la ciencia avanza. Esto, sin embargo, se debe al hecho de que la relación de *causación* deja de tener importancia y es reemplazada por la relación de *dependencia funcional*. Esto no nos interesa por el momento.

[11] Russell ha dicho: "Se acostumbra dar el nombre de 'efecto' únicamente a un acontecimiento que es posterior a la causa, pero no existe ninguna clase de razón para esta restricción. Mejor haríamos en admitir que el efecto es anterior o simultáneo a la causa, porque nada que tenga alguna importancia científica depende de que sea después de la causa." (*Our knowledge of the external world*, p. 226.) Sin embargo, cabe poca duda de que es sumamente inconveniente dar el *nombre* de "causa" a lo que es temporalmente sucesivo al efecto.

(4) El sentido común supone que si en un sistema en que no ha estado ocurriendo ningún cambio comienza a ocurrir un cambio, entonces ese sistema debe guardar una relación causal con algo fuera de él que cause el cambio. Tal relación recibe el nombre de *transeúnte.* Así somos conducidos a la distinción entre una cosa con la cual no se interfiere y una cosa con la cual sí se interfiere. Hemos visto que esta distinción es vaga. Debe ser reemplazada por la distinción entre un *sistema aislado* y un *sistema que guarda relaciones causales con algo que se encuentra fuera del sistema.* Los cambios que ocurren en un sistema aislado están determinados por las relaciones mutuas de las partes. Tal determinación se llama *causación inmanente.* Por ejemplo, el mecanismo de un reloj constituye un sistema aislado. Una vez que se le da cuerda al reloj, los cambios que ocurren en él están determinados causalmente por las relaciones mutuas de las partes del mecanismo. Así, el movimiento de las manecillas sobre la esfera son inmanentemente causadas. Sin embargo, si el reloj se coloca bajo temperaturas muy frías o muy calientes, la temperatura del medio circundante causará un cambio en la caja de metal que causará un cambio en el funcionamiento del reloj. Éste sería un ejemplo de causación transeúnte. La finalidad de un buen relojero consiste en construir un reloj que esté lo menos sujeto posible a los cambios que ocurran fuera de la caja que contiene el mecanismo. Su ideal sería la construcción de un sistema completamente aislado, excepto por lo que toca al hecho de que una agencia externa debe dar cuerda al reloj periódicamente. Este ideal es inalcanzable. La distinción entre los sistemas que están causalmente aislados y los que no lo están no puede establecerse de manera absoluta. Estos últimos siempre podrán considerarse como sub-sistemas dentro de un sistema más amplio. Pero, a menos que hubiese sistemas prácticamente aislados respecto de muchos cambios que ocurren en esos sistemas, el descubrimiento de uniformidades causales sería imposible. La determinación de sistemas prácticamente aislados es, asimismo, un problema de determinar qué es pertinente a la ocurrencia del cambio. La creencia de que algunas ocurrencias son impertinentes al acontecer de otras ocurrencias es, en realidad, la creencia de que hay uniformidades causales. Estas uniformidades causales son las leyes según las cuales ocurren los cambios

Nuestro examen de la causación ha mostrado que existe una estrecha relación entre las uniformidades causales —o, como también podemos llamarlas, leyes causales— y las cosas. El intento de determinar con mayor precisión la naturaleza de esta interrelación nos conduce más allá del punto de vista del sentido común.

§ 4. *Las leyes causales y el comportamiento de las cosas*

Ya hemos visto que la forma en que una cosa —por ejemplo, un terrón de azúcar, una vela, un atizador, un ser viviente— se com-

portará en una situación dada depende tanto de la naturaleza de la cosa como de la naturaleza de la situación en que está colocada. Este terrón de azúcar se disuelve en agua; este pedazo de oro no se disuelve. El atizador puesto en un fuego se pondrá al rojo vivo; cuando se le saque del fuego se enfriará nuevamente y volverá (aproximadamente) a su condición anterior. La cosa tiene características que la distinguen de otras cosas. Algunas de sus características son características causales, es decir, modos de comportamiento en relación con otras cosas, por ejemplo: la *solubilidad en agua* que pertenece a este terrón de azúcar. La cosa tiene también características no-causales relacionadas con el tipo de características primarias que exhiben los estados de la cosa. Estos estados tienen características determinadas. Estas características determinadas de los estados son *causadas* por las características causales y por la situación en que la cosa está colocada. Por ejemplo, las características determinadas del estado del atizador cuando está al rojo vivo son *estar rojo* y *estar caliente*. Estas características son causadas por las características causales *cambiar de color* y *cambiar de temperatura* (que pertenecen al *atizador*, no a sus estados) y por la situación, o sea el fuego.

Hasta ahora hemos considerado ejemplos definidos de cosas, *este atizador, este terrón de azúcar*. Pero cada uno de éstos es reconocido como perteneciente a una clase que consiste en *cosas de cierta especie* o, como las hemos llamado, *clases naturales*. Cada caso de una *clase de cosa* tiene ciertas características de cierto tipo que la hace la *especie de cosa* que es, y es lo que entendemos por una *clase*. La forma en que una cosa se comporta depende de su clase. Estos modos de comportamiento son leyes causales. Allí donde haya cosas de cierta clase de ciertas situaciones, habrá ciertos modos de comportamiento, es decir, ciertas variaciones en las características primarias de los estados de la cosa. Estos cambios *se repiten* bajo condiciones adecuadas en diferentes momentos y lugares. De aquí que los modos de comportamiento característicos sean modos de cambio que se repiten. Las leyes causales son las leyes de estos modos de cambio que se repiten.

No cabe duda de que efectivamente distinguimos clases de cosas mediante la observación de sus modos de comportamiento en presencia de otras cosas, es decir, en diferentes situaciones. Observamos las características primarias de los estados de una cosa y sabemos que esa clase de cosa tiene estados que poseen esas características. Si la cosa no exhibe aquel modo de comportamiento que es característico de aquella clase de cosa, sabemos que estábamos equivocados en lo tocante a la clase de cosa que era. Por ejemplo, podemos ver un plato de manzanas que *parecen* asperiegos. Podemos tomar una y morderla, sólo para descubrir que tiene sabor a jabón. Concluimos (correctamente) que *esta cosa* es un pedazo de jabón al que se le ha dado forma para que se parezca a un asperiego. *No es* un asperiego porque no se comporta como tal. Así vemos que las características

distintivas de una clase entrañan modos de comportamiento, es decir, leyes causales. La noción de clases de cosas, entonces, nos lleva a la consideración de la causación y las condiciones. Este punto es importante, pues muestra que hay modos de cambio que se repiten en *diferentes* situaciones y que tienen lugar de acuerdo con ciertas leyes. De esto se desprende que hay ocurrencias a cuyo acontecer son impertinentes muchas otras cosas que también están aconteciendo. Si esto no fuese cierto, no podría haber leyes causales ni ciencia. El descubrimiento de una ley causal es el descubrimiento de lo que es *pertinente* a un modo de comportamiento dado. Por esta razón el descubrimiento de las leyes causales requiere la observación de situaciones particulares. No sabemos, independientemente de la experiencia, que el azúcar se disuelve en agua y el oro no, o que el arsénico es venenoso. Descubrimos estos hechos observando cómo el azúcar, el oro y el arsénico se comportan en ciertas situaciones. Esta necesidad de recurrir a la experiencia no es, como se ha supuesto algunas veces, un argumento contra la existencia de ley causal alguna. Sí muestra, sin embargo, que las leyes causales no pueden ser deducidas de caracteres observados, no pueden ser "leídas", por decirlo así, en una situación dada. Por el contrario, las leyes causales se descubren sólo mediante el análisis de las situaciones causales; las cosas deben ser puestas en relación con otras cosas, de modo que puedan ser observadas en situaciones *variantes*. Mediante la eliminación de factores presentes en diferentes situaciones, podemos descubrir cuáles factores presentes en esas situaciones son sin embargo impertinentes al resultado. Este proceso de eliminación tiene que efectuarse con las debidas precauciones, pues es fácil cometer errores y descuidar precauciones cuya necesidad podría suponerse que es obvia. Más adelante nos ocuparemos de las diversas maneras como pueden determinarse las leyes causales. Aquí sólo es preciso observar que en realidad conocemos muchas leyes causales, y que estas leyes causales se refieren a modos de cambio que se repiten en relativo aislamiento de lo demás que está sucediendo.

Decir que X es la condición necesaria y suficiente de la ocurrencia de E es, pues, decir que X *solamente* es pertinente a la ocurrencia de E. Podría objetarse que, si podemos descubrir lo que es pertinente sólo mediante la eliminación de lo que es impertinente, entonces nunca podríamos decir si los factores permanentes en el universo —por ejemplo, la presencia de las estrellas fijas— son pertinentes a una situación causal dada — por ejemplo, *el azúcar que se disuelve en agua*. Esto es verdad, pero al mismo tiempo carece de importancia, puesto que la afirmación de la ley causal dada no nos exige tomar en cuenta las estrellas fijas, así como tampoco tendríamos que interesarnos en situaciones causales en ausencia de las estrellas fijas. Más aún, aunque la aniquilación de las estrellas fijas podría afectar el resultado, no tenemos la mínima razón para suponer que éste sería el caso. Por otra parte, sí descubrimos que la sustitución del

azúcar por oro en el agua no produce el resultado de *disolverse en el agua*. Parece, pues, que la experiencia nos proporciona ejemplos de multiformidades y ejemplos de ocurrencias causales que son independientes de otras ocurrencias causales que acaecen contemporáneamente y en la misma vecindad. Es decir, que hay series causales relativamente independientes. La diferencia entre el conjunto causal A_1, A_2, A_3... y el conjunto causal B_1, B_2, B_3... depende de las naturalezas diferentes de A y B. Ya hemos visto qué significa la frase "la naturaleza de" en este contexto. Es el hecho de que A tiene cierta naturaleza, o es una cosa de cierta clase, lo que determina en qué situaciones A es un factor causal.

Es importante distinguir las leyes causales de las proposiciones causales particulares que las ejemplifican. La ley causal es la fundamental. Una proposición causal particular afirma una ocurrencia causal definida que sucede una vez y sólo una vez, por ejemplo: *Este balazo en el corazón causó la muerte de este hombre*. Al afirmar que la muerte de este hombre fue *causada* por haber recibido un balazo en el corazón, estamos afirmando algo más que el hecho histórico de que dos ocurrencias particulares fueron conjuntadas. Esto es claro, puesto que hay muchas ocurrencias que suceden juntas (simultánea o sucesivamente) que no consideraríamos causalmente conectadas. Pudiera ser que el *algo más* que estamos afirmando sea simplemente que éste es un caso de una conjunción tal de dos ocurrencias de cierto tipo que la una *siempre* está conjuntada con la otra, o pudiera ser que estemos afirmando que las dos ocurrencias están relacionadas por una relación de causación de índole única. En la siguiente sección consideraremos qué puede decirse en favor de una u otra de estas dos concepciones. Sea cual fuere la concepción que adoptemos, debemos admitir que no habría significación alguna en la afirmación de causación a menos que nuestra intención fuera, cuando menos, afirmar que *siempre* que una ocurrencia dada acaece, alguna otra ocurrencia dada también acaece. La ley causal que ejemplifica el ejemplo dado anteriormente, puede enunciarse con precisión. Siempre que haya una ocurrencia que sea el paso de una bala a través del corazón de un hombre, sigue una ocurrencia que es el cese de los latidos del corazón. Así, pues, la forma de tal ley causal es: Siempre que una ocurrencia que tiene la propiedad Φ sucede en un tiempo t_1 a una cosa de la clase K_1, entonces una ocurrencia que tiene la propiedad Ψ sucede en un tiempo t_2 a una cosa de la clase K_2. Podría ser el caso que (i) Φ y Ψ sean propiedades del mismo tipo; (ii) K_1 y K_2 sean la misma cosa; (iii) t_1 y t_2 sean el mismo tiempo. Cuando (iii) es el caso, hay un caso de causalidad simultánea. En los ejemplos que hemos dado, las *cosas* han tenido diferentes grados de complejidad, por ejemplo: *oro*, un elemento; *agua*, un compuesto inorgánico; *corazón, hombre*, compuestos orgánicos. El comportamiento de cada una de estas clases está expresado por leyes causales. Estas leyes causales diferirán en el grado de su abstracción, y desde algunos puntos de vista y en relación

con ciertos problemas las diferencias entre la *clase* de estas clases de cosas serán muy importantes. Pero aquí basta observar que la *más simple* ley causal es abstracta.

A lo largo del examen precedente hemos hecho muchos supuestos. Así, hemos supuesto que podemos saber que hay series causales independientes y que podemos conocer proposiciones particulares de la forma *Esta* X *causó esta* Y. No se afirma, desde luego, que tal conocimiento sea demostrativo. Por el contrario, hemos visto que las uniformidades causales tienen que descubrirse mediante la observación de lo que sucede, y resulta claro que las generalizaciones hechas a partir de estas observaciones requerirán justificación. El que estos supuestos puedan o no justificarse, y, en caso afirmativo, *cómo*, son problemas que examinaremos más adelante. Hay, sin embargo, un supuesto que no hemos hecho todavía, pero que frecuentemente se supone se haga en toda investigación inductiva. Éste es el supuesto de que no sólo hay uniformidades causales, sino también de que *todo* lo que sucede puede exhibirse como un caso de una uniformidad causal. Éste supuesto es conocido como la Ley de la Causación Universal. Con frecuencia se la expresa en la forma de *todo acontecimiento tiene una causa.* Debe ser claro, a partir de lo que ya hemos dicho, que ésta es una expresión engañosa. Los *acontecimientos* como tales no causan otros acontecimientos. Es el hecho de que un acontecimiento tiene cierta propiedad lo que causa que otro acontecimiento que tiene cierta propiedad tenga otra propiedad. A fin de aclarar esta referencia a las *propiedades*, hemos usado la palabra "ocurrencia" en lugar de "acontecimiento". La Ley de la Causación Universal podría expresarse, pues, de la siguiente manera: Dada una ocurrencia que tiene las propiedades Φ_1, Φ_2... entonces hay alguna otra ocurrencia que tiene las propiedades Ψ_1, Ψ_2... de tal modo relacionada con la primera que una ocurrencia es la causa de la otra. Esta ley es equivalente a la afirmación de que no hay acontecimientos sin causa. Esto entraña un supuesto mucho más amplio que el supuesto de que hay uniformidades causales, puesto que este último es consecuente con la admisión de que puede haber algunas ocurrencias que no están causalmente relacionadas con ocurrencia *alguna.* Es decir, que puede haber leyes causales aunque no todo lo que sucede es un caso de una ley causal. La Ley de la Causación Universal supone que toda ocurrencia puede ser descrita *de manera única* por un conjunto de características, mientras que una ley causal es una generalización sencillamente porque pasa por alto aquellas características que pertenecen a una situación *dada,* determinando de manera única que sea *esta* situación. La Ley de la Causación Universal puede expresarse del modo más conciso de la siguiente manera: Todo acontecimiento descrito de manera única por un conjunto de características está relacionado de tal modo con otro acontecimiento también descrito de manera única por un conjunto de características, que el uno es la causa del otro.

§ 5. *La teoría de la causación de Mill*

Probablemente ningún lógico de nuestros días sostendría que el tratamiento que da Mill a la causación es satisfactorio. Ello no obstante, la indagación acerca de cuál era exactamente la teoría de Mill y en qué aspectos era insatisfactoria, arrojará luz sobre la concepción de la causa, pues su teoría fue el resultado de un intento de refinar la noción del sentido común. Debe admitirse desde un principio que Mill era excepcionalmente inconsecuente. Era un escritor descuidado e inexacto; sus inconsecuencias verbales son obvias, de suerte que la crítica destructiva de Mill es fácil. Pero tal crítica verbal tampoco es provechosa. No siempre es difícil advertir qué quería decir Mill, a pesar de la forma vaga e inexacta en que están expresadas sus concepciones. Es deseable intentar enunciar la teoría de Mill sin poner énfasis en sus inexactitudes verbales. Pero no puede negarse que estas inexactitudes son, algunas veces, el resultado de un pensamiento vago y confuso. Mill no llevó sus reflexiones lo suficientemente lejos, de suerte que pocas veces aprehendió un problema en todos sus detalles. Sus ocasionales destellos de perspicacia eran inconexos. Pero esta perspicacia le permitió frecuentemente plantear el problema correcto y sugerir la línea de indagación más fructífera. [12]

Las señas de una proposición científica son, según Mill, la universalidad y la certeza. Él creía que era posible, por medio de la argumentación inductiva, establecer proposiciones universales ciertamente verdaderas en relación con el mundo exterior. Buscó un instrumento para "develar la complejidad de la naturaleza", y creyó haber encontrado ese instrumento en los "Cuatro Métodos Inductivos" que se apoyan en la ley de la causación universal. En el capítulo XVII examinaremos estos métodos. Por ahora sólo nos interesa la enunciación que hace Mill de la ley de la causación universal. Dice Mill: "Primero debemos observar que hay un principio implícito en la enunciación misma de lo que es la inducción; un supuesto referente al curso de la naturaleza y al orden del universo; a saber, que hay en la naturaleza tales cosas como casos paralelos; que lo que sucede una vez, sucederá otra vez bajo un grado suficiente de similitud de circunstancias, y no sólo otra vez, sino tan frecuentemente como se repitan las mismas circunstancias." [13] Hasta aquí, Mill simplemente está señalando lo

[12] Esta misma característica es aparente en los escritos éticos de Mill. Su *Utilitarismo* es uno de los libros más confusos e inconsecuentes que han tenido gran influencia en los pensadores subsiguientes. Mill comete errores tan burdos que proporcionan material para la crítica fácil de los candidatos en los exámenes de lógica elemental. Con todo, a pesar de esos defectos, la penetración de Mill en la naturaleza de la vida moral se revela en cada capítulo. Si esa penetración hubiese sido menor, Mill podría haber logrado la consistencia superficial de su maestro Bentham. Se puede hacer una apreciación similar de su obra en el campo de la lógica.

[13] *Logic*, libro III, capítulo III, § 1.

que, en realidad, es la condición mínima de la ciencia, a saber, que "hay en la naturaleza tales cosas como casos paralelos", o, dicho en otras palabras, que hay uniformidades. Mill subraya también el hecho de que "el curso de la naturaleza no sólo es uniforme, sino también infinitamente diverso";[14] y que "en la contemplación de esa uniformidad en el curso de la naturaleza que se supone en toda inferencia a partir de la experiencia, una de las primeras observaciones que se presentan es que la uniformidad en cuestión no es propiamente uniformidad, sino uniformidades."[15] Mill distinguió estas uniformidades en dos clases fundamentalmente diferentes: uniformidades de coexistencia y uniformidades de sucesión. Las clases naturales, simbolizadas por los nombres de clases, constituyen ejemplos de la primera clase de uniformidades. Mill enuncia esto así: "Cuando afirmamos que todos los cuervos son negros, o que todos los negros tienen los cabellos gruesos, afirmamos una uniformidad de coexistencia. Afirmamos que la propiedad de la negrura, o de tener los cabellos gruesos, coexiste invariablemente con las propiedades que, en el lenguaje común o en la clasificación científica que adoptamos, se considera constituyen la clase cuervo o la clase negro."[16] Estas uniformidades deben distinguirse claramente de las uniformidades de sucesión, puesto que estas últimas son uniformidades causales y dependen de la ley de la causación universal. Ninguna proposición que afirma una uniformidad de coexistencia puede ser cierta, pues "no hay ningún axioma general que guarde con las uniformidades de coexistencia la misma relación que la ley de la causación guarda con las uniformidades de la sucesión".[17]

Mill ofrece diversas enunciaciones de la ley de la causación, pero bastará con citar una: "La Ley de la Causación, cuyo reconocimiento es el pilar principal de la ciencia inductiva, no es sino la verdad familiar de que la invariabilidad de la sucesión existe, según lo descubre la observación, entre cada hecho en la naturaleza y algún otro hecho que lo ha precedido."[18] Añade Mill: "Ciertos hechos siempre suceden, y, según creemos, seguirán sucediendo a otros hechos. El antecedente invariable recibe el nombre de causa; el consecuente invariable, el de efecto. Y la universalidad de la ley de la causación consiste en esto: que todo consecuente está conectado de esta manera con algún antecedente o conjunto de antecedentes particular. Sea este hecho el que fuere, si ha comenzado a existir fue precedido por algún hecho o algunos hechos con los que está invariablemente conectado. Por cada acontecimiento existe alguna combinación de objetos o acontecimientos, alguna concurrencia dada de circunstancias, positivas y negativas, cuya ocurrencia siempre va seguida de ese fenó-

[14] *Ibid.*, § 2.
[15] *Ibid.*, capítulo IV, § 1.
[16] *Ibid.*, capítulo XXII, § 3.
[17] *Ibid.*, § 4.
[18] Libro III, capítulo V, § 2.

meno."[19] Esta enunciación de la causación entraña tres puntos, a saber, (i) todo hecho o acontecimiento tiene una causa; (ii) la misma causa siempre va seguida del mismo efecto; (iii) la causa precede al efecto. Mill concuerda con el sentido común al encontrar la conexión causal sólo allí donde hay cambio. Reconoce que la conexión causal es uniforme y subraya la noción de la sucesión. Define la causa de la siguiente manera: "La causa, entonces, filosóficamente hablando, es la suma total de las condiciones positivas y negativas tomadas juntas, la totalidad de las contingencias de toda descripción que, al ser comprendidas en su verdadera naturaleza, son invariablemente seguidas por el consecuente."[20] Por "las condiciones negativas", Mill significa la ausencia de causas contrariantes, por ejemplo, la ausencia de un medio resistente en el caso de los cuerpos que caen libremente o la ausencia de un emético rápidamente administrado en el caso de un hombre envenenado con arsénico, etcétera. Mill difiere del sentido común al reconocer que la distinción entre la causa y la condición se establece a menudo arbitrariamente, y en ese caso no corresponde a ninguna distinción fundamental.[21] Mill subraya la *invariabilidad* de la sucesión de antecedente y consecuente, y explica que en la noción de invariabilidad incluye también la *incondicionalidad*, pues no está dispuesto a admitir que *todas* las sucesiones invariables sean causales. Él insiste, por ejemplo, en que el día no es la causa de la noche, aunque la noche invariablemente sigue al día. La diferencia entre las sucesiones causales y las no-causales se halla, según Mill, en el hecho de que las primeras son *incondicionales*. Dice: "Si hubiese algún significado que reconocidamente perteneciera al término necesidad, sería la *incondicionalidad*. Aquello que es necesario, aquello que *debe* ser, significa aquello que será, sea cual fuere la suposición que hagamos respecto de todas las otras cosas", y concluye: "Secuencia invariable, por lo tanto, no es sinónimo de causación, a menos que la secuencia, además de ser invariable, sea incondicional. Hay secuencias tan uniformes en la experiencia previa como cualesquiera otras, a las que no consideramos como casos de causación, sino como conjunciones en cierto modo accidentales.[22] Así es, para un pensador preciso, la secuencia del día y la noche." Esta consideración conduce a Mill a una segunda defi-

[19] *Ibid.* Debe observarse que Mill emplea la palabra "hecho" donde nosotros habríamos empleado la palabra "acontecimiento".

[20] *Ibid.*, § 3.

[21] *Cf. loc. cit.*, § 3. "Nada puede mostrar mejor la ausencia de base científica alguna para la distinción entre la causa de un fenómeno y sus condiciones, que la manera caprichosa como seleccionamos de entre las condiciones aquélla que elegimos para denominar la causa." Todo el párrafo merece una lectura cuidadosa.

[22] Resulta extraordinariamente difícil precisar qué pudo haber significado Mill al decir que la conjunción *día siguiente a la noche* era "accidental". Este ejemplo constituye una buena ilustración de la insuficiencia del análisis de la relación causal que hace Mill.

nición de causa: "Podemos definir, por lo tanto, la causa de un fenómeno como el antecedente, o la concurrencia de antecedentes, de los cuales es invariable e incondicionalmente consecuente." [23]

Aunque Mill pone énfasis en el elemento de *sucesión* en las uniformidades causales, no intenta examinar la naturaleza de la propia relación temporal. Se contenta con la afirmación de que, sea o no sea el comienzo del efecto simultáneo con la causa, "el comienzo de un fenómeno [24] es lo que implica una causa, y la causación es la ley de la sucesión de los fenómenos". De aquí llega a una tercera definición de causa: "El agrupamiento de fenómenos que, al ocurrir, hace que algún otro fenómeno comience o se origine. No importa que el efecto coincida con la última de sus condiciones o la siga inmediatamente. En todo caso no la precede; y cuando dudamos cuál de dos fenómenos coexistentes es la causa y cuál es el efecto, consideramos justamente que el problema queda resuelto si podemos determinar cuál de ellos precedió al otro." [25] A estas alturas Mill parece haber abandonado la noción de *sucesión* como un elemento fundamental en la causación. Parece no haber llegado nunca a una conclusión acerca de cuál es el elemento más importante: la sucesión o la incondicionalidad. Hay en el tratamiento de Mill muchas cosas que sugieren que él debió haber sustituido "secuencia incondicional e invariable" por "sucesión uniforme", puesto que él a menudo implica que la importancia de la incondicionalidad es su valor como prueba de uniformidad. Por otra parte, a Mill le interesaba establecer la *certeza* de las leyes causales; en consecuencia, intentó reemplazar la noción de necesidad por la de *incondicionalidad*. Sin embargo, cuando tratamos de precisar lo que Mill pudo haber significado al hablar de una "secuencia incondicional", encontramos dificultades. Se dice que la causa es la suma total de condiciones positivas y negativas, pero las condiciones negativas consisten en la ausencia de causas contrariantes. Si intentamos precisar la noción de una "causa contrariante", descubrimos que debemos tomar en cuenta la *naturaleza* del fenómeno, u ocurrencia, que constituye esta causa contrariante. La noción de la invariabilidad de la sucesión no es suficiente. Por ejemplo, la presencia de aire es una "causa contrariante" que impide que una pluma y una piedra que se dejan caer simultáneamente desde un mismo lugar lleguen juntas a tierra. La característica causal de *resistir al impacto*, que es una propiedad del aire, es pertinente a la situación total. Así, pues, parece que la sucesión invariable e incondicional no puede ser lo que *se significa* por conexión causal. Mill oscurece el problema mediante su uso impreciso del lenguaje. De tal suerte, él habla indiferentemente de *acontecimientos, hechos, objetos, fenómenos*, como los términos de la relación causal. Luego ignora la na-

[23] *Ibid.*, § 6.

[24] Por "fenómeno", Mill significa lo que nosotros hemos llamado un "acontecimiento", a lo que también da el nombre de "hecho".

[25] *Ibid.*, § 7.

turaleza de los términos y considera solamente una relación entre ellos: la de la sucesión. Pero, insiste, la relación no es la de la *mera* sucesión, sino la de la sucesión invariable e incondicional. No logró advertir, sin embargo, que la "invariabilidad e incondicionalidad" de la sucesión depende de *la naturaleza* de los términos así relacionados. Los términos en la relación de sucesión son *acontecimientos*, pero la relación causal no relaciona acontecimientos desnudos, sino acontecimientos que tienen ciertas propiedades, o lo que hemos llamado "ocurrencias". Es decir, que los términos de la relación causal tienen propiedades temporales, pero también tienen otras propiedades en virtud de las cuales una es la causa de otra. El haber descuidado esta importante consideración explica el fracaso de Mill al no poder aclarar si la sucesión o la incondicionalidad es el elemento fundamental en la causación o, de ser igualmente fundamentales, cuál es la relación entre ellas.

Debe admitirse que una ley causal es incondicional en el sentido de que no admite excepciones. Esto queda implícito, ciertamente, al llamarla "ley", pues una ley científica expresa una conexión uniforme. En este sentido, una *causa* es un "antecedente incondicional", puesto que es un término en una ley incondicional de la forma: *Siempre que* A, *entonces* B. Del hecho de que A es el antecedente *incondicional* de B, se desprende, pues, que A está invariablemente conectada con B. Por lo tanto, la invariabilidad de la conexión se desprende de la incondicionalidad, y no a la inversa. Si fuese el caso que A siempre fuese seguida de B, pero que, bajo condiciones que no ocurren en realidad, A no fuese seguida de B, entonces A no sería la causa de B, o sea, que la sucesión no sería invariable. Mill, pues, significa por "invariable" algo distinto de "invariante", aun cuando frecuentemente habla como si estas dos expresiones tuvieran el mismo significado.

§ 6. *Causación y secuencia regular* [26]

El problema que tenemos que examinar ahora es el de si las leyes causales no expresan *nada sino* regularidades de secuencia. De ser así, se desprendería de ello que todas las secuencias regulares son causales, por ejemplo: la secuencia del día y la noche. De no ser así, se presenta la dificultad de descubrir alguna característica que distinga las secuencias regulares que son causales de aquellas que no lo son.

Indudablemente hay algo que decir en favor de la concepción de que las regularidades causales no son otra cosa que regularidades de secuencia observadas. El mejor conocido entre los exponentes recientes de esta concepción es Bertrand Russell. [27] Desgraciadamente, su argumento está expresado en una forma tan descuidada

[26] Este párrafo debe ser omitido al hacerse una primera lectura.
[27] Véase *The analysis of mind*, capítulo v.

que resulta difícil extraer los puntos principales. Acaso pueda decirse que radican en las dos consideraciones siguientes. Partiendo de la admisión de que las leyes causales son de la forma "A causa a B", por ejemplo: "El arsénico causa la muerte", Russell argumenta que tales leyes son susceptibles de excepción y que, en consecuencia, no pueden ser universales y necesarias. Ahora bien, una "ley" que tiene excepciones no se consideraría generalmente como una ley. Russell, sin embargo, no se adhiere a esta concepción, pues parece que su deseo es mantener que *A causa a B* expresa una ley y *significa* "A es el antecedente aproximadamente invariable de B". Por "aproximadamente invariable" Russell parece significar "casi *invariante*". Él argumenta que no podemos decir que el arsénico siempre causa la muerte, puesto que un hombre que ha ingerido arsénico "podría recibir un balazo en la cabeza después de tomar la dosis, y entonces no moriría debido al arsénico. Asimismo, podría suceder que inmediatamente después de la muerte del hombre, su cuerpo fuera despedazado por una bomba. No podemos decir lo que sucederá después de la muerte del hombre, mediante el solo conocimiento de que éste murió como resultado del envenenamiento con arsénico." De consiguiente, Russell argumenta que "si consideramos la causa como un acontecimiento y el efecto como otro, ambos deben ser abreviados indefinidamente. Así nos quedamos con leyes que expresan la dirección del cambio de momento a momento." El resultado de este argumento parece ser que, puesto que un cambio ocupa un tiempo finito, y puesto que un cambio A que es usualmente seguido de un cambio B puede ser interrumpido antes de que el proceso quede terminado, no podemos afirmar que "A es siempre seguida de B", en tanto nos interesen los cambios perceptibles. Así, pues, las leyes causales no son universales. El segundo punto se refiere a la dificultad de encontrar *un* acontecimiento cualquiera que pueda ser considerado como *la* causa de un acontecimiento dado. Esta dificultad conduce a Russell a negar la unicidad de la relación causal. Argumenta Russell: "Causa, en el único sentido en que puede ser aplicada prácticamente, significa 'antecedente aproximadamente invariable'. No podemos obtener, en la práctica, un antecedente que sea *enteramente* invariable, puesto que exigiría de nosotros que tomáramos en cuenta todo el universo, ya que algo que no se toma en cuenta puede impedir el efecto esperado." El hombre que primero ingirió arsénico, que inmediatamente después recibió un balazo en la cabeza, y cuyo cuerpo fue en seguida despedazado por una bomba, es considerado como una ilustración de tal "impedimento". De aquí concluye Russell que "en realidad no podemos encontrar ningún antecedente del cual sepamos que es enteramente invariable", pero "podemos encontrar muchos que lo son aproximadamente. Por ejemplo, los obreros abandonan una fábrica para comer cuando suena la sirena a las doce del día. Se podría decir que la sirena es *la* causa de que los obreros abandonen la fábrica. Pero otras innu-

merables sirenas en otras fábricas, que también suenan a las doce del día, tienen tanto derecho a ser consideradas como la causa. De tal suerte, todo acontecimiento tiene muchos antecedentes aproximadamente invariables que pueden ser considerados como su causa."

Si la concepción de Russell es correcta, entonces *toda* secuencia regular es causal, puesto que no hay nada más en la noción de causa que la regularidad de secuencia. Así, la noche sería la causa del día y el día sería la causa de la noche. De acuerdo con esta concepción, tendríamos que admitir que el sonido de las sirenas fue la causa de la posición de las manecillas del reloj cuando los obreros comenzaron a abandonar la fábrica para comer, y que el sonido de una sirena en una fábrica de Manchester causó tanto la salida de los obreros de esa fábrica como la salida de los obreros de otras fábricas en Liverpool y Londres, y a la inversa. El punto más sorprendente en relación con la argumentación de Russell es su creencia de que tal explicación de la causación da el único sentido en que la noción de causa puede aplicarse prácticamente. Presumiblemente aplicamos la noción de causa cuando la usamos para fines de inferencia. No es obvio que el ejemplo de la sirena podría emplearse satisfactoriamente en la práctica, de modo que puede dudarse que esta definición de la conexión causal pueda recomendarse sobre la base de su utilidad práctica. Es improbable, sin embargo, que las razones que Russell da en favor de su concepción sean, en realidad, las razones que lo condujeron a ella. Posiblemente, su razón principal para adoptar semejante concepción paradójica puede encontrarse en la extrema dificultad de señalar *cualquier* característica que baste para distinguir las secuencias regulares que son causales de aquellas que no lo son. Esta dificultad puede haber conducido a la conclusión de que no hay tal característica. Tal argumentación no es en modo alguno concluyente. El doctor Broad ha planteado este punto muy claramente.[28] Él argumenta que si la causación entrañara una relación única y no susceptible de mayor análisis, sería "imposible definirla en términos que no fuesen tautológicos". En ese caso, "podría ser que la secuencia regular ni siquiera fuese *parte* de lo que significamos por causación, sino meramente una señal (aunque de ninguna manera infalible) mediante la cual se indicara la presencia de esta otra relación". El doctor Broad admite que aparentemente no tenemos un conocimiento directo de ningún "factor adicional" en la causación, como sí lo tenemos, por ejemplo, de la relación única y no analizable del interior y el exterior en el espacio. De tal suerte sigue siendo *posible* que la razón principal para rechazar la concepción de Russell pueda ser simplemente sus consecuencias paradójicas. Pero, como argumenta a continuación el doctor Broad, "hay muchos casos en que deberíamos admitir la secuencia regular y *negar sin vacilación* la causación", aunque, añade, "no hay quizá ningún caso en

[28] *The mind and its place in Nature*, pp. 453-456.

que podamos *afirmar sin vacilación* la causación además de la secuencia regular". Ciertamente puede admitirse que el científico práctico negaría sin vacilación que el sonido de una sirena en Manchester fuera la causa de la salida de los obreros de Londres.

Si nos preguntamos por qué la ilustración de la sirena es paradójica, acaso podamos descubrir el "factor adicional" que falta en la explicación de Russell. Dice el doctor Broad que "el factor que falta parece ser cierta continuidad espacio-temporal entre los acontecimientos secuentes", y añade: "Me inclino a pensar que es la ausencia de tal continuidad entre el sonido de la sirena de Manchester y el movimiento de los obreros de Londres lo que me hace estar tan seguro de que lo primero no es una causa de lo segundo." Esta sugestión resolverá la dificultad sólo si "*cierta* continuidad espacio-temporal" es interpretada en el sentido de que entraña una referencia a la continuidad del cambio de carácter de los acontecimientos que ocurren en Manchester o en Londres. Es la ausencia del cambio continuo de carácter lo que conduce a la paradoja. Si lo que llevamos dicho acerca de las leyes causales es correcto, entonces es un error suponer que un *acontecimiento* causa otro *acontecimiento*. Hemos insistido en que es el hecho de que un acontecimiento tiene cierto carácter lo que causa que otro acontecimiento que tiene cierto carácter tenga algún otro carácter. El factor que falta debe encontrarse, pues, en el carácter del acontecimiento. Las leyes causales conectan cambios en los caracteres de los acontecimientos, y en este cambio de carácter debe haber continuidad. Que esta referencia es esencial queda demostrado por el hecho de que hablamos de "*secuencias regulares*". Los acontecimientos no se repiten. Como ya hemos visto, podemos hablar de la *misma* causa en diferentes ocasiones sólo porque la conexión causal se da primordialmente entre los caracteres, y derivativamente entre los acontecimientos a los cuales pertenecen estos caracteres. La concepción de Russel, pues, debe rechazarse porque no toma en cuenta la continuidad del cambio de *carácter* que es esencial a la causación. Concluimos que la causación no puede considerarse como *equivalente a* la secuencia regular.

Todavía tenemos que considerar si es posible dar significado alguno a la afirmación de que una conexión causal es una conexión *necesaria*. Afirmar que la relación causal es una relación necesaria, es afirmar que si es cierto que A causa a B, entonces *no podría* ser el caso que A ocurriera y B no. Afirmar que la relación causal es uniforme pero no necesaria, es afirmar que si es cierto que A causa a B, entonces *no es en realidad* el caso que A ocurra y B no. La distinción entre estas dos relaciones es equivalente a la distinción entre *entrañar* e *implicación material.*[29] No es posible presentar argumentos concluyentes en favor de una u otra concepción. Muchos lógicos han sostenido que la relación causal se parece al entrañar.[30] Quienes han

[29] Véase el capítulo XII, § 4.

[30] *Cf.* MCTAGGART, *The nature of existence,* capítulo XXV.

sostenido esta concepción no han advertido siempre claramente, en modo alguno, las consecuencias de considerar la causación como equivalente del entrañar, y así han sido llevados a sostener concepciones que son en extremo implausibles. Admitiremos que la relación causal rige solamente entre términos que tienen propiedades temporales, es decir, que el campo de la relación son entidades naturales, incluidos posiblemente acontecimientos mentales. Ahora bien, tras un examen parece obvio que la relación que rige entre *Esto es un ángulo recto* y *Esto es un ángulo* es fundamentalmente diferente de la relación que rige entre *una llama* y *quemar*, o la relación que rige entre la ocurrencia que consiste en *la absorción de cierta cantidad de arsénico por un organismo viviente* y la subsecuente *cesación de la vida en ese organismo*. Pero lo que parece obvio tras un examen es frecuentemente falso, de suerte que el hecho de que estas relaciones efectivamente parezcan muy diferentes, no justifica nuestra afirmación de que hay una tal diferencia fundamental. Sí sugiere, sin embargo, que el *onus probandi* radica en quienes afirman que no hay tal diferencia. Por otra parte, no parece ser la menor justificación de la concepción de que, por ejemplo, la ley causal *El azúcar se disuelve en el agua* debe regir en todos los mundos posibles, en el sentido en que "debe" significa "no *podría* ser de otra manera".

El examen de este problema puede hacerse más claro si lo enfocamos desde un punto de vista ligeramente diferente. Hemos insistido en que la relación causal rige entre acontecimientos que tienen determinados caracteres. Lo que hemos dicho concuerda, en este aspecto, con la afirmación de Joseph: "la relación causal que conecta *a* con *x*, conecta una causa de la *naturaleza a* con un efecto de la *naturaleza x*".[31] Pero la concepción de la relación causal de Joseph la hace equivalente a la relación de entrañar. De consiguiente, no podemos seguirlo por lo que se refiere a lo que él considera que son las implicaciones de la afirmación antes citada. Joseph parece sostener que, si es cierto que A causa a X, entonces se desprende que cualquier cosa que no cause a X no podría ser A. "Tal cosa podría actuar de manera diferente sólo si *fuera* diferente", dice Joseph, y añade: "decir que la misma cosa que actúa sobre la misma cosa podría, sin embargo, producir un efecto diferente, es decir que una cosa no necesita ser lo que es. Pero esto está en franco conflicto con la Ley de Identidad. Para que una cosa sea del todo, debe ser algo, y sólo puede ser lo que es. Afirmar una conexión causal entre *a* y *x* implica que *a* actúa como actúa porque es lo que es; porque, en realidad, es *a*. Por lo tanto, mientras sea *a*, debe actuar así."[32] Al extraer esta conclusión, Joseph parece cuando menos confundir dos proposiciones diferentes que es muy importante distinguir. Estas dos proposiciones son: (1) A tiene la propiedad causal P porque en realidad la tiene; (2) A debe tener la propiedad causal P porque nada que no tenga P podría ser A.

[31] *Introduction*, p. 409.
[32] *Introduction*, p. 408.

Mientras que la primera de estas dos proposiciones es una perogrullada, la segunda no es en modo alguno obviamente verdadera. El análisis que hace el profesor Moore de la distinción entre *implicación material* y *entrañar* hace posible enunciar exactamente qué es lo que afirma la segunda proposición. Se recordará que afirmar que una proposición entraña otra es afirmar que la primera no *podría* ser verdadera y la segunda falsa; afirmar que una proposición implica materialmente a otra es afirmar que la primera no es *como cuestión de hecho* verdadera y la segunda falsa. Ahora bien, (2) arriba mencionada es equivalente a la afirmación de que no es el caso que "A tenga la propiedad causal P" sea verdadera, mientras que "cualquier cosa que no tenga P debe ser distinta de A" es falsa. [33] Esto puede expresarse de manera más sencilla si usamos la expresión "AP" por "A tiene la propiedad causal P", y "x$\overline{P}$" por "cualquier cosa que no tenga P". La proposición puede entonces expresarse así: "No es el caso que AP sea verdadera mientras que '$x\overline{P}$ entraña a x es diferente de A' es falsa". Como lo ha demostrado el profesor Moore, muy a menudo es falso que $x\overline{P}$ entraña a x es diferente de A, de suerte que la proposición compuesta (2) rara vez es verdadera. Sólo es verdadera cuando P es una clase especial de propiedad de A, a saber, una *propiedad interna*, o sea una propiedad que necesariamente pertenece a A, es decir, una propiedad tal que *no podría* ser que esa propiedad no perteneciera a A. Por ejemplo, la propiedad *ser más oscuro que el amarillo* es una propiedad interna de *anaranjado*, puesto que cualquier cosa que *no* sea más oscura que el amarillo *no podría* ser anaranjada. Esto podría expresarse diciendo que, de la afirmación de que A *no* es más oscura que el amarillo, *se desprende* que A *no* es anaranjada. Es claro que no todas las propiedades son internas en este sentido. Por ejemplo, del hecho de que este libro está sobre esta mesa no se desprende que este libro *no podría* haber estado en ningún otro lugar que no fuera esta mesa. Es decir, que la propiedad *estar sobre esta mesa* es una propiedad relacional externa de *este libro*. La distinción entre las propiedades relacionales internas y las externas es admitida por el sentido común, que ciertamente sostiene que mientras algunas propiedades son tales que no podrían sino pertenecer a aquellas cosas a las que pertenecen, admite sin embargo que hay muchas propiedades que las cosas tienen que son tales que estas propiedades *podrían* no haber pertenecido a las cosas a las que en realidad pertenecen. El reconocimiento de que algunas propiedades son externas es el reconocimiento de que hay *meras cuestiones de hecho*, o sea que *podrían* haber sido diferentes de lo que en realidad son.

[33] Se utilizan aquí comillas en beneficio de la claridad, a fin de distinguir las proposiciones subordinadas; no las utilizamos para señalar la distinción entre los símbolos y lo que se simboliza. La proposición (2) podría expresarse en la forma: Del hecho de que A tiene la propiedad causal P *se desprende* que cualquier cosa que no tenga P *no podría* ser A.

Ahora debería estar claro que la proposición (2) antes citada es equivalente a la afirmación de que las propiedades causales son internas. Esta afirmación ciertamente no es una perogrullada, e incluso puede no ser verdadera; por lo tanto, es claramente diferente de la proposición (1), que es una perogrullada. Es probable que Joseph suponga la verdad de la proposición (2) debido a no haber podido distinguir entre las dos proposiciones siguientes:

(*a*) Si A tiene P, entonces se desprende que si *x* no tiene P, entonces *x* es diferente de A.

(*b*) No es el caso que "A *tiene* P" sea verdadera, y que "*si x no tiene P*, se desprende que *x es diferente de* A" sea falsa.

Si utilizamos los símbolos taquigráficos "ent." por "*entraña*", es decir, por la conversa de *se desprende*, y ★ por "implica materialmente", es decir, por "no es el caso que la primera proposición sea verdadera y la segunda falsa", entonces podemos expresar las proposiciones (*a*) y (*b*) más claramente de la siguiente manera:

$$(a)\ \text{AP ent. } (x\bar{\text{P}} \bigstar x \neq \text{A}).$$

$$(b)\ \text{AP} \bigstar (x\bar{\text{P}} \text{ ent. } x \neq \text{A}).$$

Es muy fácil confundir estas proposiciones, pero es sumamente importante distinguirlas, puesto que (*a*) ciertamente es verdadera, pero (*b*) será verdadera si, y sólo si, P es una propiedad interna de A. O Joseph no ha logrado distinguir estas proposiciones, o sencillamente ha *supuesto* que las propiedades causales son internas.[34] El pasaje suyo que citamos sugiere que no ha logrado distinguir estas proposiciones, pues parece creer que de la ley de identidad —o sea, que A es idéntica a A— se desprende que A *no podría* carecer de ninguna de las propiedades que *en realidad* posee. Esto es equivalente a la afirmación de que toda propiedad de A es una propiedad interna. No hay razón para suponer que esta afirmación sea verdadera.

Aunque ni Joseph ni ningún otro lógico ha dado ninguna razón para la creencia de que las propiedades causales son internas, y aunque puede ser el caso que aquellos que sostienen esta concepción lo hagan sólo porque no han logrado distinguir entre las muy diferentes proposiciones que hemos expresado mediante (*a*) y (*b*), puede no obstante ser cierto que todas las propiedades causales sean internas. Decir que la relación causal es *necesaria* equivale a decir que las pro-

[34] Joseph podría replicar que a él le interesa afirmar que *la naturaleza de* A no se puede determinar aislada de P, o que, en otras palabras, decir que "las cosas tienen naturalezas" equivale a decir que "las causas son necesarias". Éste, sin embargo, es el punto en cuestión. O *bien* Joseph supone meramente que las relaciones causales son necesarias, o da por admitido el punto en cuestión al intentar deducir la necesidad de la causación, de la Ley de Identidad. *Cf.* p. 263 del presente libro.

piedades causales son internas. No parece posible ofrecer ninguna evidencia en favor de esta concepción, de modo que debemos concluir que podría ser el caso que la relación causal no sea una relación necesaria.

Si la relación causal no es una relación necesaria, entonces las uniformidades causales son equivalentes a las implicaciones formales.[35] Así, pues (empleando "A" y "X" para representar respectivamente "una cosa de la naturaleza *a*" y "una cosa de la naturaleza *x*"), *A causa* X es equivalente a *Siempre que* A, *entonces* X. Esto podría expresarse de otro modo como "No es el caso que A ocurra y que X no ocurra". Ahora bien, de *p ent. q* (donde *p, q* son dos proposiciones cualesquiera) se desprende *p* ★ *q*, pero la conversa no rige. De manera similar, si una uniformidad causal expresa una relación necesaria, entonces se desprende de ella la relación de cuestión de hecho expresada por una proposición como "No es en realidad el caso que A siempre ocurra y X no ocurra". Por consiguiente, podríamos afirmar la segunda a pesar del hecho de que no podríamos afirmar la primera. Por lo tanto, la segunda relación es todo lo que se necesita a fin de que podamos afirmar uniformidades causales. Pero, aun si éste fuera el caso, no se desprende que la causación no sea nada sino secuencia regular. Lo peculiar de la relación causal no es ninguna característica de la *necesidad* que distingue las uniformidades causales de las secuencias regulares, sino la referencia a determinados caracteres o propiedades de acontecimientos relacionados por modos de cambio que se repiten.

Los filósofos contemporáneos tienden a rechazar la noción de la causación por una, o ambas, de las siguientes razones. En primer lugar, los lógicos tradicionales han insistido en que la relación causal es una relación *necesaria* y en que todo acontecimiento tiene una causa. En consecuencia, se ha supuesto que negar la *necesidad* de la relación causal es negar la noción de causa, mientras que poner en duda la Ley de la Causación Universal es hacer ociosa la concepción de la causación. Hemos visto que éste no es el caso. Bien podría haber uniformidades causales aun cuando en realidad fuera el caso que *no todo acontecimiento* fuese un caso de tal uniformidad. En segundo lugar, se ha sostenido que la ciencia no utiliza la noción de causa, de modo que el método científico no tiene que ver con el concepto de causación. Quienes sostienen la concepción de que la ciencia no utiliza la noción de causa, generalmente han estado más interesados en las ciencias físicas que en las biológicas y sociales. Así, dice Russell que "en las ciencias avanzadas como la astronomía gravitacional, nunca aparece la palabra 'causa'," y añade: "la razón por la que la física ha dejado de buscar causas es que, en realidad, éstas no existen".[36] Ciertamente puede admitirse que "en las ciencias avanzadas"

[35] Véase p. 261 del presente libro. Se recordará que la implicación formal es implicación material general y que es de la forma: $(x) \,.\, \Phi x \,.\, \supset \,.\, \Psi x$.
[36] *Mysticism and logic*, p. 180.

la noción de causa es reemplazada por la noción de dependencia funcional. Pero es un error suponer que, aparte las "ciencias avanzadas", no hay método científico. Por el contrario, el desarrollo de la ciencia desde sus primeras etapas hasta las más avanzadas ha sido continuo. Es incurrir en el más simple dogmatismo confinar las "ciencias" a la física y argumentar que, porque el físico no emplea la noción de causa, la ciencia no tiene ningún uso que darle a tal noción. El conocimiento más superficial de las primeras etapas de una ciencia basta para revelar que la noción de causa es indispensable. No cabe duda, por ejemplo, de que la palabra "causa" aparece frecuentemente en las obras de los biólogos.[37] Aquellas ciencias que tienen que ver con los modos de comportamiento repetitivos de diferentes *clases* de cosas, indudablemente usan la noción de causa en la forma de leyes causales. El bioquímico realiza experimentos cuidadosos en relación con la acción de las sustancias químicas sobre los organismos vivientes, a fin de descubrir sus modos de comportamiento, es decir, sus leyes causales. Así, por ejemplo, el bioquímico usa expresiones como "Los nitritos causan un descenso en la presión arterial", y emplea lo noción de causa cuando infiere que una inyección de amilonitrito causará cierto descenso en la presión arterial. El bioquímico se contenta con dejarles a los filósofos las dudas acerca de la validez del concepto de causa, mientras él pueda continuar usándolo. Por lo tanto, parece exagerado concluir, a partir de un examen de las *palabras* usadas por los físicos, que las causas "no existen".

Es indudable que las principales razones para el intento, por parte de los filósofos, de rechazar la noción de causa, se encuentran en la dificultad de enunciar con precisión qué entraña exactamente el concepto, y en la estrecha conexión que existe entre el tratamiento tradicional de la causación y el problema general de la validez de la inferencia inductiva. La sustitución de la noción de dependencia funcional por la de conexión causal no arroja ninguna luz, como Russell parece suponer, sobre el segundo problema. Es tan difícil establecer una relación necesaria en el caso de una correlación funcional, como lo es en el caso de una conexión causal. Las dificultades creadas por la concepción tradicional de la *causación* como *conexión necesaria,* no deberían impedirnos reconocer que hay uniformidades causales, aunque esas dificultades nos lleven a rechazar el análisis tradicional del concepto de causación. Es importante no confundir dos cuestiones enteramente diferentes, a saber: (1) ¿Emplean los científicos la noción de causa? (2) ¿Es válida la inferencia inductiva, con o sin el concepto de causación? La dificultad para justificar una respuesta afirmativa a la segunda cuestión ha llevado a algunos filósofos, señaladamente a Russell, a responder negativamente a la primera cuestión. Esa dificultad no ofrece, sin embargo, ninguna razón para rechazar

[37] Hemos visto que el físico también emplea la *noción* de causa, aunque indudablemente el análisis de la noción sería diferente en el caso de las ciencias físicas que en el de las ciencias biológicas.

la noción de causa, y, mientras tanto, los científicos siguen investigando las causas. Hume, cuya crítica de la concepción de la conexión necesaria es la más penetrante de cuantas se han hecho, planteó la cuestión general de la validez de la inferencia inductiva. Debemos posponer el examen de este problema hasta el capítulo XXI.

XVI. LA HIPÓTESIS

"El crecimiento de una ciencia no se produce primordialmente en volumen, sino en ideas." —A. N. WHITEHEAD

§ 1. *La elección de un orden*

EL MÉTODO científico es el medio por el cual tratamos de dar respuesta a las interrogantes acerca del orden de la naturaleza. Las preguntas que nos hacemos están determinadas por nuestros intereses y condicionadas por los conocimientos que ya poseemos. De estos dos factores depende también la *clase* de respuesta que habremos de juzgar satisfactoria. El pensante formula su pregunta desde un punto de vista dado que está determinado por el contexto de su propia experiencia. Este contexto de experiencia incluye aquellas creencias que sostienen amplia y firmemente sus contemporáneos. No todas estas creencias son conscientes; menos aún son susceptibles de formulación explícita. Tales creencias no pueden ser debatidas. Hay otros supuestos más o menos explícitos, que en un periodo dado del pensamiento nadie piensa poner en duda. Estos supuestos y las creencias explícitas que se desprenden de ellos ayudan a determinar la actitud del pensante. Dentro del contexto así suministrado, sólo se formularán ciertas preguntas y sólo parecerán aceptables determinadas clases de respuesta. De tal suerte, el pensante está envuelto en lo que el profesor Whitehead ha llamado acertadamente "un clima de opinión". Esta frase, tal como la utilizó Whitehead se refiere a la perspectiva total de los hombres cultos, perspectiva que está condicionada por factores distintos de los puramente científicos. También existe, para continuar la metáfora, un "clima local" para cada pensante. Ciertos hábitos de pensamiento, ciertas preferencias personales, ciertas actitudes emocionales, combinados con lo que el pensante realmente sabe, determinan que éste se pregunte: "¿Por qué *esto* ocurre así?" y también que acepte la respuesta: "*Porque* tal o cual cosa." Puesto que la ciencia es un intento de descubrir el orden de los acontecimientos naturales o de atribuirles un orden al cual son susceptibles, cualquier sistema que logre ordenar los hechos puede parecer aceptable. Su aceptabilidad dependerá del clima de opinión.

El tipo de orden que ahora consideramos *científico*, no fue siempre el tipo aceptable. Es un lugar común que la Edad Media careció casi totalmente de modos de pensamiento científicos. Pero el pensador medieval tenía su propia manera de ordenar su universo. Su tipo de orden era intencional. Concebía que los sucesos naturales tenían lugar de acuerdo con los decretos de Dios. De tal suerte, todo lo que acontecía guardaba una relación esencial con el destino divinamente ordenado del hombre. La naturaleza, así considerada, era a un mismo tiempo ordenada e inteligible. Estaba ordenada para asegurar un fin; era inteligible en términos de un propósito. Desde este punto de vista, la pregunta correcta es: "¿Por qué?"; la respuesta correcta es: "Porque el resultado es *valioso*." El recurrir al valor es final; señala la terminación del propósito.

En el comienzo del periodo científico, el énfasis se pone en la diferencia entre *¿Por qué?* y *¿Cómo?* Se insiste en que la segunda pregunta es la única adecuada acerca de los acontecimientos en la naturaleza. Ésta es la actitud científica, sólo que es comparativamente reciente. La pregunta "¿Por qué?", es decir, "¿Para qué propósito?", es la pregunta adecuada cuando nos interesan la agencia personal, divina o humana, y la operación de los motivos. Por ejemplo, un político ofrece un programa electoral. Propone una reducción en los impuestos sobre ingresos o un retorno a la franquicia postal barata. Deseamos saber *por qué* lo hace, qué objeto persigue. ¿Se trata de ganar votos o es una medida dictada por una política económica? Nuestra pregunta se basa en el supuesto de que los hombres obran en ciertas formas para producir un resultado que juzgan valioso. La respuesta en términos de valor, último o instrumental, nos satisface. Pero cuando preguntamos "¿Cómo?", no hay referencia a un propósito; por lo tanto, el valor es impertinente. Podría suponerse que estas dos preguntas son tan diferentes que nunca se confundiría la una con la otra, que la primera siempre estaría confinada a las acciones y la segunda al acontecer de los sucesos naturales. Pero no siempre es fácil mantener la distinción entre estas preguntas, confinando cada una a su propia esfera. Como vimos al considerar la concepción activista de la causación, existe una tendencia, fuertemente arraigada en el pensamiento humano, a interpretar las ocurrencias naturales en términos de la propia experiencia del hombre, a dotar a la naturaleza de propósitos, y así, finalmente, a atribuir todo lo que sucede a los propósitos del Creador, Dios. La forma más primitiva en que se revela esta tendencia es la creencia en el animismo. W. H. Hudson describe esta tendencia como "ese sentido de algo en la naturaleza que para el hombre ilustrado o civilizado no existe, y en el niño hijo del hombre civilizado, admitiendo que tenga tal sentido, no es sino una débil supervivencia de una fase de la mentalidad primitiva. Y, al decir animismo, no me refiero a la teoría de la existencia de un alma en la naturaleza, sino a la tendencia, o impulso,

o instinto en que se origina todo mito, a *animar* todas las cosas; la proyección de nosotros mismos en la naturaleza; el sentido y la aprehensión de una inteligencia como la nuestra, sólo que más poderosa, en todas las cosas visibles." [1] Algo de esta actitud está presente cada vez que asimilamos los acontecimientos naturales a la experiencia humana. Ella pervive en la tendencia antropomórfica de la ciencia; está presente, en cierto grado, en la concepción medieval de la naturaleza que obra de acuerdo con leyes que Dios ha hecho. A ella se debe también la expresión "ley" en el caso de las uniformidades naturales.

Una interpretación basada en el propósito se llama teleológica. Sin embargo, el recurrir al valor no tiene que tomar necesariamente esta forma explícita. Los pensadores griegos también interpretaron la naturaleza de acuerdo con su concepción del valor. Su criterio no era el propósito moral, sino la belleza; su interpretación estaba determinada por su ideal estético de la elegancia, la perfección y la sencillez. Este elemento estético también está presente en las conocidas sentencias medievales: "La naturaleza no hace nada en vano", "La naturaleza trabaja con los métodos más simples" y "La naturaleza busca el camino más corto". Sin duda, nos halagamos a nosotros mismos, hemos liberado nuestro pensamiento científico de recurrir al valor. Ciertamente nuestro ideal no está ya condicionado por la referencia al propósito, ni tampoco hacemos ninguna suposición explícita del valor. Por esta razón la época actual es una época científica; sus logros más grandes son logros de la ciencia; sus hombres más grandes son hombres de ciencia. Con todo, la elección entre las teorías científicas que se contradicen sigue estando determinada por consideraciones estéticas. La elección se hace siempre entre diferentes *clases* de orden. El orden medieval, que colocaba al hombre en el centro del universo cuya culminación era Dios, es reemplazado por un orden cuyo principio regulador es la sencillez. Nuestra creencia en el principio de la sencillez se debe indudablemente, en parte, al hecho de que, a menos que las leyes naturales sean en última instancia sencillas, es poco probable que las descubramos. En un próximo capítulo consideraremos la evidencia sobre la cual se basa esta creencia. Aquí debe ser suficiente señalar que hay dos clases de sencillez. Hay, primero, sencillez en la formulación de la ley misma; en segundo lugar, hay sencillez en la clase de elementos o entidades a los que se refiere la formulación. La ley newtoniana de la inversa del cuadrado es sencilla en ambos aspectos. El orden medieval poseía sólo la primera clase de sencillez. Pero aun esta sencillez quedaba, al final, reducida a los inescrutables propósitos de Dios. El ideal griego y el moderno es la sencillez de las leyes matemáticas.

[1] *Far away and long ago*, pp. 224-225.

§ 2. *El desarrollo de la hipótesis*

La forma en que se desarrolla una hipótesis científica y se libera gradualmente, en dicho desonvolvimiento, de los elementos antropomórficos, se puede ilustrar fácilmente con la ciencia de la astronomía. Por lo tanto, consideraremos con cierto detenimiento el desarrollo de las hipótesis ptolomeica y copernicana.

El problema consiste en explicar los movimientos observados de los cuerpos celestes y, particularmente, los de las "estrellas errantes", o sea los planetas. Se suponía que estos movimientos eran ordenados a pesar de su aparente irregularidad. En la actualidad todo escolar "sabe" que la Tierra es un planeta que gira alrededor del sol; que nuestro sistema solar no es sino uno entre muchos sistemas similares; que las "estrellas fijas" no están "realmente" fijas. Pero su conocimiento no está basado en lo que él *observa,* sino que es la aceptación de algo establecido por la ciencia. Como tal, se ha convertido en un factor en el contexto de su experiencia; es parte de su "clima de opinión". Siendo esto así, es importante considerar cuáles son exactamente los datos cuyo ordenamiento constituye un problema para el astrónomo.

El dato primordial es el cielo observado. El cielo no se puede tocar; sólo puede verse. Así, pues, el dato es enteramente visual. Supongamos que el cielo está siendo continuamente observado por un hombre inteligente que no sabe absolutamente nada acerca de las teorías astronómicas, antiguas o modernas. Por la noche verá una bóveda azul tachonada de puntos brillantes. A éstos les da el nombre de estrellas. La mayor parte de estos puntos permanecerán en una posición fija, pero otros cambiarán notablemente su posición relativa a los demás y al punto de vista del observador. A éstos les da el nombre de luna. A medida que el hombre observa, la luna se disco redondo y plateado con partes sombreadas. A este disco le da el nombre de luna. A medida que el hombre observa, la luna se mueve cruzando el cielo de oriente a occidente. A lo largo de noches sucesivas su forma cambia; se reduce a un delgado menguante; su aparición se hace más tardía. Luego, la luna no aparece. Después de un lapso de unas cuantas noches, vuelve a aparecer, como un delgado creciente a poca altura en el cielo. Algunas veces una sombra cobriza cae sobre la luna, empañando la luz. El hombre llama a esto un eclipse lunar. Durante el día, el hombre observa un disco amarillo y brillante, al que da el nombre de sol. Éste también se mueve cruzando el cielo de oriente a occidente. A diferencia de la luna, la forma del sol no varía; todos los días se levanta como un disco circular sobre el horizonte. Pero su tamaño y color sí varían. Los movimientos de la luna y el sol son periódicos; siguen un orden regular. Algunas veces, sin embargo, la luz del sol se eclipsa en mayor o menor grado. Estos eclipses ocurren en diferentes periodos del día. No trans-

curriría mucho tiempo antes de que nuestro observador se formara hábitos de espera definidos en lo tocante a la aparición del sol y la luna. Pero los planetas presentarían un problema más enigmático. Sus movimientos a través del cielo, relativamente a las estrellas fijas, son irregulares. La observación continua revelaría un movimiento de retroceso durante algunos periodos del año.

Éstos, pues, son los datos que tienen que ser ordenados: los movimientos del sol, de la luna y de los planetas; los eclipses del sol y de la luna; la forma cambiante de la luna. Nuestro observador hipotético estaría en posesión de estos datos sólo si mantuviera un registro de estos movimientos durante un periodo de muchos años. Esos registros se han mantenido desde tiempos históricos muy tempranos. Los caldeos y los babilonios, colocados en condiciones sumamente favorables para observar el cielo, acumularon registros de los periodos del sol, la luna y los planetas. Registraron los eclipses y fueron capaces de predecir eclipses lunares. Así asentaron los cimientos de la ciencia de la astronomía.

Cualquier intento de explicar las diversas posiciones de los cuerpos celestes, es decir, de ordenar los datos de la astronomía, presupone que el observador no crea que el sol, la luna, las estrellas y los planetas sencillamente están allí donde él los ve. Hay *tanta regularidad* en sus movimientos, que el observador busca una explicación en alguna clase de orden. No es posible reseñar aquí los diversos intentos que se han hecho para explicar estos hechos.[2] Nuestro propósito se limita a ilustrar, por medio de un ejemplo definido, la manera como las hipótesis pueden desarrollarse hasta convertirse en una teoría comprehensiva como la copernicana. Vale la pena, sin embargo, tomar nota de un tipo de explicación más primitivo, que se originó en un clima de opinión muy diferente del nuestro. Los antiguos egipcios, partiendo del supuesto de que el universo es como una caja grande cuyo fondo es la tierra y cuya tapa es el cielo, supusieron que las estrellas eran lámparas llevadas por los dioses o suspendidas con cuerdas desde la tapa de la caja. Se suponía que el sol era un dios, Râ, conducido diariamente en una embarcación por un río del cual el Nilo era un afluente. Este dios nacía todas las mañanas y su fuerza crecía hasta el mediodía, cuando era trasladado a otra embarcación. Finalmente, durante la noche era llevado en otra embarcación de regreso al oriente. El eclipse del sol se explicaba mediante la suposición de que algunas veces una gran serpiente atacaba a la embarcación. Una suposición similar explicaba los eclipses lunares y las fases de la luna. Dreyer ofrece la siguiente explicación: "Al igual que el sol, la luna tiene sus

[2] Véase J. L. E. Dreyer, *History of the Planetary Systems*, para una explicación amplia de los primeros sistemas astronómicos. Las diversas citas que aparecen en este párrafo han sido tomadas de Dreyer, de quien también he derivado principalmente mi descripción del sistema ptolomeico. También se puede hacer referencia a Sir Oliver Lodge, *Pioneers of science*; W. M. Smart, *The Sun, the Stars and the Universe*.

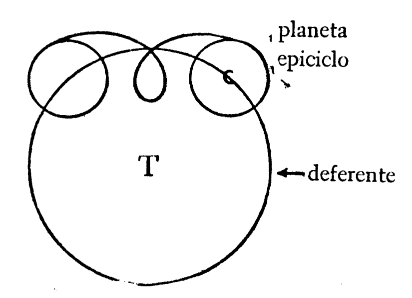
enemigos; una cerda la ataca el día 15 de cada mes, y al cabo de una agonía de quince días y de una palidez creciente, la luna muere y vuelve a nacer. Algunas veces la cerda logra tragársela del todo durante un breve tiempo, causando un eclipse lunar." Aun cuando estas suposiciones no entrañan una contradicción flagrante de los hechos en que se basan, y aun cuando son el resultado de un deseo de explicar estos hechos, esta teoría egipcia está clasificada justamente como mitológica. No es científica en modo alguno. Su carácter anticientífico no se debe al hecho de que descansaba sobre supuestos no probados. Toda teoría científica descansa, en última instancia, sobre tales supuestos. No es científica porque estos supuestos eran de tal naturaleza que no *podía* haber mayor evidencia en su apoyo. Eran esencialmente inverificables. No eran susceptibles de desarrollo; no sugerían la deducción de datos *observables*. Más aún, la suposición de que una cerda se tragaba periódicamente a la luna no concuerda con lo que se conocía acerca del comportamiento de las cerdas. El renacimiento continuo del dios Râ era una suposición que no se basaba en analogías conocidas con los cuerpos vivientes en la tierra. La teoría egipcia, por lo tanto, no podía ser desarrollada ni probada. Pero una teoría es sólo científica si admite la prueba y el desarrollo. El clima de opinión egipcio no era favorable a la producción de teorías científicas.

La teoría relacionada con Ptolomeo es cabalmente científica.[3] Estaba basada en observaciones tan cuidadosas como extensas; estaba enunciada en el lenguaje preciso de las matemáticas; finalmente, descansaba en supuestos *explícitos*. Había tres supuestos: (1) que la Tierra es una esfera inmovible en el centro del universo; (2) que los cielos giran alrededor de la Tierra y contienen el sol, la luna y los planetas, mientras que más allá de éstos se encuentra la esfera fija que contiene las estrellas; (3) que las revoluciones son circulares. El problema de Ptolomeo consistía en *determinar detalladamente* las trayectorias seguidas por el sol, la luna y los planetas. El tercer supuesto de Ptolomeo se derivaba de Aristóteles y sus seguidores. El círculo era considerado como la figura perfecta. En consecuencia, se suponía que los cuerpos celestes deben moverse en círculos, puesto que su movimiento debe ser perfecto. Aquí vemos cómo la referencia a nociones de *valor* parecía ofrecer una respuesta satisfactoria a la pregunta de *por qué* los cuerpos celestes se mueven como parecen moverse. Ptolomeo también derivó de Aristóteles su creencia de que la Tierra es inmovible.[4] Éstos son los supuestos que hicieron necesaria la elaborada hipótesis conocida como sistema ptolomeico. No era difícil

[3] Ptolomeo vivió en el siglo II de nuestra era. El sistema que lleva su nombre fue desarrollado, pero no creado, por él.

[4] Ptolomeo respaldó este supuesto con el argumento de que, si la Tierra se moviera, su movimiento sería proporcional a su gran masa, de modo que los animales y los objetos lanzados al aire se quedarían atrás. Pero esto no sucede.

explicar la posición de las estrellas con base en el supuesto de que la Tierra es el centro del sistema giratorio, puesto que se observaba que las estrellas eran uniformes. Pero los movimientos de los planetas no concordaban con la teoría circular. Ptolomeo explicó estos movimientos como el resultado de la combinación de dos movimientos. Cada planeta gira alrededor de un círculo cuyo centro está en la circunferencia de un círculo imaginario alrededor de la Tierra como centro. Este círculo imaginario recibió el nombre de "deferente"; el círculo menor se conoce como un epiciclo. Por lo tanto, la trayectoria de un planeta tal como se la concibe desde la Tierra como un centro fijo, puede explicarse mediante la combinación de los dos movimientos: un círculo que gira alrededor de un círculo. Esta hipótesis explica el movimiento retrógrado del planeta en algunas etapas de su revolución. El siguiente diagrama simplificado muestra el movimiento planetario.



T representa la Tierra. El círculo mayor es el deferente. El planeta se mueve alrededor del epiciclo cuyo centro, *c*, se mueve alrededor del deferente. Por lo tanto, el planeta sigue la trayectoria señalada por la curva más oscura.

Debido al número de los planetas, a sus distancias variables de la Tierra y a sus ritmos variables de movimiento, Ptolomeo juzgó necesario introducir un gran número de epiciclos que giraran alrededor de otros epiciclos. Al desarrollar las consecuencias matemáticas de su sistema, Ptolomeo demostró ser un gran matemático. Logró explicar los movimientos observados. Es probable que no pensara en su sistema como un hecho físico. Dice Ptolomeo: "No pretendo ser capaz de explicar todos los movimientos al mismo tiempo; pero sí demostraré que cada uno de ellos está bien explicado por su propia hipótesis." [5] Al empezar la teoría de una parte particular del movimiento del planeta, dice: "Imaginemos un círculo." Ptolomeo pudo desarrollar, así, una teoría satisfactoria cuyo único defecto era su complejidad. Es obvio que esta teoría es científica. El hecho de que haya sido

[5] DREYER, p. 201.

descartada por ser prácticamente inútil no significa que no fuera una teoría propiamente científica. Es científica porque (1) ordenó los movimientos de los cuerpos celestes de una manera regular; (2) no supuso la existencia de nada que no pudiera ser observado; (3) no requirió la ayuda de ninguna actividad misteriosa e ininteligible; (4) todos los diversos movimientos fueron explicados por *un* tipo de hipótesis. Finalmente, puede observarse que Ptolomeo estaba claramente consciente de los supuestos en que se basaba; su teoría del movimiento planetario fue propuesta como una hipótesis capaz de ordenar los datos observables. Fue superada sólo cuando se presentó una teoría *igualmente* científica, pero matemáticamente más sencilla, capaz de explicar los hechos observados. Tal teoría la formuló Copérnico. [6]

No se sabe con certeza qué fue exactamente lo que llevó a Copérnico a sugerir que la Tierra y los planetas giran alrededor del Sol. Copérnico era un observador cuidadoso y versado en los sistemas astronómicos del pasado. Observó una marcada diferencia en la brillantez del planeta Marte cuando salía en la mañana y cuando salía al caer la noche. Esta diferencia sugería una distancia, en algunos periodos, mayor que la que permitía el sistema de los epiciclos. Pero este hecho no era suficiente para sugerir que la Tierra gira alrededor del sol. Es más probable que Copérnico se haya visto llevado a formular su hipótesis al descubrir que diferentes astrónomos tenían diferentes teorías epicíclicas. Su estudio de los filósofos griegos le reveló que otros hombres habían supuesto que la Tierra se movía. Dice Copérnico: "Inducido por esto, yo también comencé a pensar en un movimiento de la Tierra; y, aunque la idea parecía absurda, no obstante, dado que a otros antes que yo se les había permitido suponer ciertos círculos a fin de explicar los movimientos de las estrellas, pensé que se me permitiría de buen grado el intento de encontrar, sobre la base de la suposición de algún movimiento de la Tierra, mejores explicaciones de las revoluciones de las esferas celestes. Y así, suponiendo los movimientos que en el siguiente trabajo atribuyo a la Tierra, y después de una larga y cuidadosa investigación, he descubierto finalmente que cuando los movimientos de los otros planetas son referidos a la circulación de la Tierra y computados por la revolución de cada estrella, no sólo los fenómenos necesariamente se desprenden de ello al punto, sino que el orden y la magnitud de las estrellas y todos sus orbes y el cielo mismo están conectados de tal manera que en ninguna parte puede trasponerse nada sin que se cree confusión para el resto y para todo el universo." [7] Así, pues, Copérnico rechazó el primer supuesto de Ptolomeo, a saber, que la Tierra

[6] Copérnico vivió de 1473 a 1543. Su enunciación de la teoría no fue publicada hasta su muerte; está contenida en un libro titulado *De revolutionibus orbium caelestium.* Lo que ahora se llama el "sistema copernicano" no fue completado sino después de la labor realizada por Kepler y Newton.

[7] DREYER, *op. cit.*, p. 311.

es el centro inmovible del universo. Sobre el supuesto de que la Tierra es un planeta y gira con los otros planetas alrededor del sol, se descubrió una descripción matemáticamente más sencilla del movimiento planetario. Debe observarse que Copérnico no rechazó el supuesto de que los movimientos son circulares. Por lo tanto, todavía necesitó el supuesto de los epiciclos; pero pudo reducir grandemente su número, Más aún, su hipótesis admitía un desarrollo más fructífero que la de Ptolomeo, puesto que el complicado sistema de los epiciclos sólo podía explicar irregularidades que hubiesen sido concretamente observadas. Más aún, la hipótesis de Copérnico explicaba la relación entre el sol y los movimientos de los otros planetas, los cuales, según la hipótesis ptolomeica, seguían siendo hechos inconexos. Fue la comprehensividad del sistema copernicano, debida a su comparativa sencillez, lo que lo hizo más aceptable que el sistema ptolomeico.[8]

Es importante advertir que ambas teorías eran estrictamente científicas, de suerte que la elección entre ellas tuvo que hacerse sobre bases estrictamente científicas. No habría sido imposible continuar explicando los hechos observados de acuerdo con la hipótesis de Ptolomeo, siempre y cuando se hubiesen introducido nuevos epiciclos para cada nuevo fenómeno celestial observado. Lo que es más: el testimonio de los sentidos se opone a la hipótesis copernicana. En realidad, *vemos* a los planetas cambiar sus posiciones; realmente observamos a la luna *ascender* en el cielo. No percibimos el movimiento de la Tierra. Es ciertamente difícil imaginar que la Tierra se esté moviendo a considerable velocidad; nuestro planeta *parece* una cosa maciza e inmovible. Tampoco pudo Copérnico explicar todo lo que se desprendía del movimiento de la Tierra.[9] Así, pues, ciertas objeciones bien pudieron haber sido presentadas por hombres de mentalidad científica contra esta teoría heliocéntrica. Es un error suponer, por ejemplo, que la oposición de la Iglesia Católica a la teoría copernicana no tuviera *nada* en su favor desde el punto de vista del hecho observable. Así nos vemos llevados a preguntar por qué la hipótesis copernicana desplazó al sistema epicíclico de Ptolomeo. La respuesta se halla en la mayor sencillez matemática del sistema heliocéntrico y en la mayor posibilidad de su desarrollo fructífero. No se halla en

[8] Así, la hipótesis copernicana explicaba el hecho de que la consumación de ciertos epiciclos planetarios coincide con el periodo de la aparente revolución del sol alrededor de la Tierra. En la hipótesis ptolomeica estos dos hechos estaban desconectados.

[9] Por ejemplo, sólo podía explicar la fijeza de las estrellas "fijas" sobre la base del supuesto de que éstas se encontraban a una distancia de la Tierra que entonces debe de haber parecido increíble. Esta dificultad no se eliminó hasta 1838, cuando Bessel descubrió el paralaje anual. Tampoco pudo Copérnico explicar el hecho de que un cuerpo proyectado verticalmente en el aire no caiga al occidente de su punto de partida, como parecería ser el caso si la Tierra girara.

su conformidad con el testimonio de los sentidos. Así, Galileo, hablando de este sistema, dice: "No puedo admirar lo suficiente la eminencia del ingenio de estos hombres, que lo han percibido y sostenido como verdadero, y con la vivacidad de sus juicios hicieron tal violencia a sus propios sentidos, que han sido capaces de preferir lo que su razón les dictaba a lo que los experimentos sensoriales les representaban contrariamente del modo más manifiesto... No puedo hallar límites para mi admiración de que la razón fuese capaz, en Aristarco y Copérnico, de imponerse tan violentamente a sus sentidos que a despecho de ello pudiera hacerse señora de su credulidad." [10] Ello no obstante, Galileo no dudaba de que esta imposición violenta de la razón sobre los sentidos era en última instancia justificable en términos de la experiencia sensorial. La teoría matemática puede dejar atrás la confirmación experiencial disponible, pero finalmente debemos "llegar a las demostraciones, observaciones y experimentos particulares". [11] Tan convencido estaba Galileo de que "las matemáticas son el lenguaje en que está escrito el Libro de la Naturaleza", que no sintió la necesidad de hacer experimentos para verificar sus deducciones matemáticas. Pero cuando no se trata de deducción matemática, es preciso recurrir al hecho sensorial. Por ejemplo, los contemporáneos de Galileo argumentaban que la superficie de la luna debía ser brillante y uniforme, y que ninguno de los planetas tenía satélites. Por medio de su telescopio, Galileo pudo refutar ambas afirmaciones. Ya vimos en el capítulo XIV cómo Sizzi trató de argumentar contra el descubrimiento de Galileo. Cuando uno de sus adversarios rehusó mirar por el telescopio para someter a prueba la verdad de la afirmación de Galileo, éste escribió a Kepler:

> "¡Oh, mi querido Kepler, cómo deseo pudiéramos reunirnos para regocijarnos juntos! Aquí en Padua está el principal profesor de filosofía, a quien he invitado repetida y urgentemente a que mire a la luna y los planetas a través de mi lente, a lo cual se niega pertinazmente. ¿Por qué no está usted aquí? ¡Cómo nos reiríamos de esta gloriosa tontería! Y de escuchar al profesor de filosofía en Pisa, forcejeando ante el Gran Duque con argumentos lógicos, como si fueran encantamientos mágicos, para borrar del cielo, por medio de hechicerías, a los nuevos planetas." [12]

[10] *Dialogues concerning two great systems of the world* (Londres, 1661), p. 301 (*pub.* 1632).

[11] *Ibid.*, p. 31. *Cf.* también p. 96: "Nuestras disputas son acerca del mundo sensorial, no acerca de un mundo de papel"; también *Two new sciences*, p. 4: "Sírvanse observar, caballeros cómo ciertos hechos que al principio parecen improbables dejarán caer, al recibir una explicación que incluso puede ser exigua, el velo que los ha mantenido ocultos y aparecerán en su desnuda y sencilla belleza."

[12] Citado por Sir Oliver Lodge, *Pioneers of science*, p. 106.

Los "argumentos lógicos" del Gran Duque se derivaban de los escritos de Aristóteles en la medida en que los filósofos del siglo XVII eran capaces de entenderlos. Pero Galileo creía que Aristóteles habría estado de acuerdo con él si hubiese podido mirar por un telescopio. Galileo comprendía que el método de Aristóteles era esencialmente empírico. "Tengo por cierto —escribió— que él [Aristóteles] primero procuraba, con la ayuda de los sentidos, los experimentos y las observaciones que podía, para asegurar cuanto fuera posible de la conclusión, y que posteriormente buscaba los medios para demostrarla; pues éste es el procedimiento usual en las ciencias demostrativas." [13] Los sentidos suministran los datos de nuestros problemas y a ellos también debemos recurrir para la prueba final de nuestras teorías. Pero los sentidos no bastan para *ordenar* los datos que proporcionan. Por lo tanto, la teoría matemática primero debe pensarse y luego probarse experimentalmente. La enunciación matemática debe ser exacta. Por ejemplo, no basta saber que los cuerpos caen con un movimiento acelerado; las relaciones matemáticas deben ser determinadas con precisión. Así, dice Galileo: "Tampoco esto es suficiente, sino que es necesario saber en qué proporción se efectúa tal aceleración; problema éste que, en mi opinión, nunca fue comprendido hasta ahora por ningún filósofo o matemático, aunque los filósofos, particularmente los peripatéticos [o sea, los aristotélicos], han escrito grandes volúmenes dedicados por entero al movimiento." [14]

Debido a que Galileo combinó la teoría matemática con la confirmación experimental, podemos hacer remontar hasta él el comienzo de la ciencia moderna. Él fue un supremo genio experimental, pero sus experimentos estaban controlados y dirigidos por la deducción matemática exacta. [15] Por esta razón, su influencia ha sido la más importante en la determinación del actual clima de opinión científico.

§ 3. *La prueba experimental de la hipótesis*

No es difícil idear hipótesis ingeniosas y complicadas acerca de cómo *pudieron* haber sucedido las cosas, siempre y cuando no nos interese observar cuidadosamente lo que *realmente* ha sucedido. La antigua explicación egipcia de los eclipses lunares era ingeniosa, pero, como hemos visto, no tomó suficientemente en cuenta los modos de comportamiento observados. La explicación del eclipse en términos de las posiciones relativas de la Tierra, la luna y el sol no sólo encajaba mejor con los hechos observados, sino que no requería la suposición de hipótesis que no *podían* probarse por medio del recurso a la experiencia observable. El método científico difiere de todos los demás

[13] *Two great systems*, p. 37.
[14] *Ibid.*, p. 144.
[15] *Cf.*, más adelante, capítulo XVIII.

modos de pensamiento en virtud de este recurso en última instancia a la experiencia observable. El pensamiento del sentido común se apoya principalmente en la observación simple y acrítica, combinada con creencias vagas y no criticadas. Las matemáticas son enteramente deductivas; sus principios fundamentales ni se basan en la experiencia ni tienen que guardar necesariamente conformidad con ella. Los escritos históricos, en cuanto consisten en la reconstrucción imaginativa de acontecimientos pretéritos, son casi totalmente independientes de la confirmación experimental. Una teoría científica, sin embargo, es controlada y probada en cada etapa mediante el recurso a lo que sucede, es decir, mediante el recurso a lo que *podría* ser observado. Pero el recurso nunca se hace a la observación casual; se hace a la observación *dirigida*. Nada es más fácil que *observar mal*: suponer que uno ha observado lo que no está presente para que se le observe, o dejar de observar lo que podría haber sido observado. No existe tal cosa como la observación pura y simple. Un "hecho" científico es ya un dato interpretado, a menudo una generalización. Por lo tanto, al científico se le hace necesario elaborar sus observaciones, cotejar una observación con otra, y sus propias observaciones con las de otras personas. El científico coteja sus informaciones a fin de eliminar lo que ha sido llamado el factor *personal*. En otras palabras, el científico debe *experimentar*. Una teoría científica que no sea susceptible de la prueba experimental, carece de valor. El experimento es la observación deliberada a la luz de una expectación definida *en lo tocante a lo que se observará*. En este sentido, toda observación de los hechos que hayan sido deducidos de una hipótesis dada, es experimentación. El dueño del apartamiento que, habiendo formulado la hipótesis de que le han robado, efectúa una búsqueda a fin de descubrir, por ejemplo, si sus cubiertos de plata han desaparecido, está probando experimentalmente la validez de su hipótesis. Él *espera* un cierto resultado e investiga si ese resultado ha tenido lugar. Algunas veces, sin embargo, el "hecho" que el científico desea observar no se presentará a menos que él lo *haga* ocurrir. Entonces el científico organiza deliberadamente las condiciones en que ocurrirá el hecho si es que su expectación no es errónea. Se ha hecho usual limitar la palabra "experimento" a esta observación deliberada bajo condiciones deliberadamente organizadas por el observador. Esta restricción es el resultado natural de la complejidad y la sutileza cada vez mayores de las teorías científicas y de la mayor destreza en la invención y manipulación del aparato científico. Pero, desde el punto de vista lógico, debemos reconocer que hay experimento allí donde haya observación *deliberada* de resultados *esperados*. Somos proclives a oponer las ciencias experimentales a las no experimentales. Existen, ciertamente, buenas razones para esta oposición. Pero lo que es importante es que el experimento nos permite *obtener* el resultado esperado. El experimento proporciona un medio de develar la complejidad de la naturaleza.

Mientras que nosotros oponemos las ciencias experimentales a las

no experimentales, el científico medieval oponía el experimento —es decir, la *experiencia*— al *razonamiento*. Así, Roger Bacon en el siglo XIII [16] señalaba con ahínco la necesidad de la "ciencia experimental", con lo cual daba a entender "el conocimiento basado en la experiencia". En su *Magnum Opus*, donde trató de exponer el método correcto para descubrir la verdad acerca de la naturaleza, Bacon comenzaba su exposición insistiendo en la importancia de probar las consecuencias de una teoría recurriendo a la experiencia. Dice:

"Habiendo señalado los principios fundamentales de la sabiduría de los latinos en la medida en que se encuentran en el idioma, las matemáticas y la óptica, deseo exponer los principios de la ciencia experimental, puesto que sin la experiencia nada puede conocerse suficientemente. Pues hay dos maneras de adquirir conocimientos, a saber, por el razonamiento y por la experiencia. El razonamiento extrae una conclusión y nos hace conceder la conclusión, pero no hace que la conclusión sea cierta ni elimina la duda de modo que la mente pueda descansar en la intuición de la verdad, a menos que la mente la descubra por la senda de la experiencia; puesto que muchos tienen los argumentos relativos a lo que puede conocerse, pero debido a que carecen de experiencia descuidan los argumentos, y ni evitan lo que es dañino ni siguen lo que es bueno. Pues si un hombre que nunca ha visto un fuego probara, mediante el razonamiento adecuado, que el fuego quema y lastima y destruye las cosas, su mente no se daría por satisfecha con eso ni él evitaría el fuego hasta que colocara su mano o alguna sustancia combustible en el fuego, de modo que pudiera probar por la experiencia lo que el razonamiento le enseñó. Pero cuando él tiene una experiencia real de la combustión, su mente gana certeza y descansa en la completa luz de la verdad. Por lo tanto, el razonamiento no basta, pero la experiencia sí." [17]

El razonamiento, es decir, el desarrollo deductivo de la hipótesis, debe entonces ser *probado* recurriendo a la experiencia. Roger Bacon, indudablemente, sobreestimó la certeza de la conclusión así probada. Pero indudablemente tenía razón al sostener que, sin dicha prueba, la teoría comparativamente carece de valor. Más aún, si una hipótesis conduce a la conclusión de que, bajo ciertas condiciones, algún acontecimiento definido tendrá lugar, entonces, si podemos producir esas condiciones, podemos "interrogar a la naturaleza". Así, como dice Herschel, al experimentar "interrogamos a nuestro testigo, y comparando una parte de su evidencia con la otra, mientras él todavía está frente a nosotros, y razonando sobre ello en su presencia, podemos hacer preguntas agudas y penetrantes, cuyas respuestas pueden permitirnos llegar en seguida a una decisión." [18] La pregunta es *aguda*

[16] Roger Bacon vivió de 1214 a 1294.
[17] *Magnum Opus*, trad. inglesa de R. B. Burke, vol. II, p. 583.
[18] *A preliminary discourse on the study of Natural Philosophy* (ed.1842), p. 77.

porque *esperamos* la respuesta. Cuando Torricelli invirtió el tubo de cristal en la artesa de mercurio, esperaba que el mercurio se elevase, pues esa elevación se desprendía de su hipótesis. Cuando Galileo dejó caer dos balas de cañón de diferente peso desde la Torre de Pisa, esperaba que llegaran juntas a tierra. Cuando el Comité de la *Royal Society* planeó experimentos acerca de la presión del aire para ser llevados a cabo durante el ascenso a una montaña, esperaba que ciertos resultados definidos fuesen observables. También confiaban en que algunas observaciones inesperadas proporcionaran más datos para sus hipótesis, pues sabían bastante bien cuáles observaciones serían pertinentes. La simple observación, es decir, la observación sin interferencia deliberada en las condiciones, está bajo la dirección de la teoría tanto como lo está el experimento, si la observación es científica. El científico no es una persona que sólo observa; observa con un propósito, a saber, el propósito de descubrir datos pertinentes. Observa a la luz de una teoría sobre los hechos. Esta teoría puede ser muy vaga; sin embargo, dirige la observación del científico. Una teoría errónea puede ser la causa de una observación errónea; de aquí la necesidad de verificar y cotejar. El pensador científico estará preparado por el fracaso de sus expectaciones. Tal fracaso, como veremos más adelante, puede ser fructífero. Los peligros a que está sujeta la observación expectante no la priva de valor. Como dice De Morgan: "Las hipótesis erróneas, correctamente trabajadas como punto de partida, han producido más resultados provechosos que la observación no guiada." [19]

El experimento, en el sentido preciso, es imposible a menos que la hipótesis sea lo suficientemente definida para permitirle al científico formarse expectaciones perfectamente definidas acerca de lo que sucederá bajo ciertas condiciones. Tal investigación experimental no está limitada a las ciencias físicas.

§ 4. *El empleo de la hipótesis*

Por lo que ya hemos dicho debe ser claro que no es posible establecer reglas precisas para la formación de hipótesis. Éstas surgen del contexto de nuestra experiencia. Una hipótesis simple formulada para explicar un hecho o un conjunto de hechos comparativamente simples, puede ser sugerida por cualquier persona de sagacidad ordinaria, siempre y cuando tenga el conocimiento requerido de los hechos pertinentes. Toda hipótesis nace de la unión del conocimiento y la sagacidad. Ninguna de estas dos cualidades basta por sí sola. El conocimiento puede adquirirse algunas veces por medio de la observación paciente y el trabajo diligente; la sagacidad es un don del cielo. Finalmente, sólo una mente bien provista del conocimiento pertinente y adiestrada en los métodos de la ciencia es capaz de idear hipótesis

[19] A *budget of paradoxes*, volumen I, p. 87.

que sean fructíferas y comprehensivas al mismo tiempo. Tampoco es posible enunciar precisamente las condiciones que una buena hipótesis debe satisfacer. Cualquier hipótesis capaz de ordenar los hechos es en esa medida satisfactoria. Aquellos lógicos que han intentado precisar los requisitos de una buena hipótesis, o bien han sido llevados a condicionar de tal modo esas condiciones que han privado de precisión a su enunciación, o bien han sido refutados por la historia del desarrollo científico. Así Jevons, que encuentra "poca dificultad en señalar qué condición debe satisfacer una hipótesis a fin de ser aceptada como probable y válida", establece como tal condición: "La concordancia con los hechos es la única y suficiente prueba de una hipótesis verdadera." [20] Esto, de por sí, no es suficientemente claro. Él lo resuelve en "tres condiciones constituyentes", que repiten la mayor parte de los textos de lógica. Estas condiciones son: (1) Que la hipótesis sea susceptible de desarrollo deductivo hasta producir consecuencias que puedan probarse mediante el recurso a la experiencia; (2) Que no esté en conflicto con las "leyes de la naturaleza o de la mente" ya establecidas; (3) Que las consecuencias deducidas concuerden con los hechos. En relación con estas condiciones, debe subrayarse que la primera es, incuestionablemente, esencial a una buena hipótesis. A ninguna suposición se le puede dar el rango de hipótesis a menos que sea susceptible de desarrollo deductivo. La forma lógica de una hipótesis es: *Si H, entonces* $f_1, f_2 \ldots f_n$, donde H representa el orden anticipado formulado en la hipótesis, y $f_1, f_2 \ldots f_n$ los *hechos* que el supuesto orden requeriría. Estos hechos deben ser *observables*, aunque no todos habrán sido observados. Esta condición, sin embargo, no es tanto la enunciación de una condición de una *buena* hipótesis, cuanto una enunciación de lo que significa "hipótesis" tal como se la usa en el método científico.

La segunda condición tiene una apariencia ilusoria de precisión. En su examen de esta condición, Jevons pone condiciones que parecen reducirla a la advertencia precautoria: "No hagáis conjeturas infundadas." Siempre que haya una ley de la naturaleza bien establecida relativa a cierta región de hechos, sería necio sostener una hipótesis directamente contraria a tal ley, *a menos que cierta región de otros hechos requiera tal hipótesis.* La aparición de hipótesis incompatibles muestra que una determinada región de hechos no ha sido todavía suficientemente organizada. Indudablemente, la propia naturaleza está libre de contradicciones. Pero afirmar que una hipótesis no puede ser una buena *hipótesis* si es contraria a alguna otra hipótesis, es confundir la hipótesis con el hecho, malinterpretando así la función de la hipótesis en el desarrollo científico. Este punto puede ilustrarse mediante una referencia al desarrollo de las teorías de la luz. Dos teorías rivales, conocidas como la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huyghens, han luchado durante largo tiempo

[20] JEVONS, *Principles of science*, pp. 510 ss.

por la supremacía, primero dominando una y después la otra. Durante los últimos veinte o treinta años se han descubierto hechos que apoyan a ambas teorías. Hablando en 1911, Sir William Bragg señalaba que "en todos los problemas ópticos relativos a la distribución general de la energía a partir de una fuente de radiación, la teoría ondulatoria constituye claramente una explicación cabal", pero cuando nos interesan "los movimientos de los electrones que causan ondas y a la vez son causados por éstas", estamos obligados a recurrir a la hipótesis corpuscular. Por lo tanto, concluye Bragg: "Por el momento tenemos que trabajar sobre la base de ambas teorías. Los lunes, miércoles y viernes usamos la teoría ondulatoria; los martes, jueves y sábados pensamos en corrientes de cuantos de energía o corpúsculos. Ésta es, después de todo, una actitud muy justa. No podemos enunciar la verdad completa, pues sólo tenemos enunciaciones parciales, cada una de las cuales cubre una porción del campo. Cuando deseamos trabajar en una porción u otra del campo, debemos usar el mapa adecuado. Algún día juntaremos todos los mapas." [21] En su *Alocución presidencial* a la *British Association* (1928), Sir William Bragg repitió este ejemplo, acompañándolo del siguiente comentario:

> "Nos enfrentamos aquí a un extraño problema. Sabemos que debe haber una reconciliación de nuestros experimentos contradictorios; son seguramente nuestras concepciones de la verdad las que son culpables, aunque cada concepción parece válida y probada. Debe de haber una verdad mayor que cualquiera de nuestras descripciones de ella. Éste es un caso real en que la mente humana se enfrenta a sus propios defectos. ¿Qué podemos hacer? ¿Qué hacemos? Como físicos, utilizamos una u otra de las dos hipótesis según la gama de experiencias que deseemos considerar... Sabemos que no podemos estar viendo clara y cabalmente en ninguno de los dos casos, pero nos contentamos perfectamente con trabajar y aguardar la comprensión completa." [22]

La segunda condición de Jevons debe interpretarse, pues, como meramente precautoria. De lo contrario, es probable que conduzca a una concepción errónea de la función práctica de la hipótesis. El conflicto entre diferentes hipótesis es un incentivo para el desarrollo ulterior a fin de poder superar el conflicto. Debe admitirse que dos teorías incompatibles no pueden ser ambas *verdaderas*; pero dos hipótesis incompatibles pueden ser ambas *útiles*. Su función consiste en guiar a la observación sugiriendo experimentos fructíferos. Tampoco es el caso que una u otra de tales hipótesis deba ser rechazada *en bloc*. Para citar nuevamente a Bragg: "Las teorías de una época son

[21] Robert Boyle Lecture, "*Electrons and Ether waves*", p. 11.

[22] *Craftsmanship and Science*, pp. 27-28. *Cf.*, también WHITEHEAD, *Science and the modern world*, p. 257; y véase EDDINGTON, *Nature of the physical world*, capítulo IX.

suplantadas por las teorías de una época sucesiva, y éstas a su vez ceden ante algo más parecido a las primeras. Pero no se trata de una serie ociosa de cambios, de caprichos antojadizos; es un crecimiento. Lo viejo nunca se hace inválido, y lo nuevo respeta a lo viejo porque ése es el caso." Las condiciones de una hipótesis satisfactoria son las condiciones del método científico. No pueden ser aisladas y tabuladas para conveniencia del estudiante elemental del método lógico. La tercera condición de Jevons puede ser aceptada, sujetándola únicamente a la misma exigencia. Las consecuencias que se deducen deben ser probadas mediante el recurso a los hechos observados. En la medida en que haya un conflicto, la hipótesis debe ser modificada o sostenida *provisionalmente*. Jevons indudablemente exagera la posición cuando asevera: "Un solo conflicto absoluto entre los hechos y la hipótesis es fatal para ésta; *falsa in uno, falsa in omnibus*." Cuando se descubre que una consecuencia deducida es verdadera, la hipótesis queda verificada en ese grado. Si un experimento cuidadoso muestra que una consecuencia deducida es falsa, entonces se desprende lógicamente de ello que la hipótesis tal cual está formulada no puede ser verdadera. Pero no se desprende que sea enteramente errónea. Algunas veces el propio experimento negativo ofrece una sugestión en lo que se refiere a qué clase de modificación se necesita.

Dos hipótesis contrarias pueden, pues, explicar igualmente bien todos los hechos conocidos. Sin embargo, si se presenta una coyuntura en la que sea posible deducir una consecuencia de una hipótesis que sea inconsecuente con la otra, entonces se presenta una oportunidad para lo que se conoce como un experimento crucial. La teoría de la luz ofrece una vez más un ejemplo bien conocido. Si bien tanto la teoría ondulatoria como la corpuscular explicaban bastante bien los fenómenos ópticos, se mostró que las dos teorías divergían en relación con la velocidad de la luz en medios diferentes. Según la teoría ondulatoria, la luz debería tener una velocidad mayor *in vacuo* que en los medios materiales; según la teoría corpuscular, lo contrario sería lo cierto. El experimento crucial consistía en determinar la velocidad de la luz en medios diferentes. El experimento no se efectuó hasta 1850, cuando Foucault, al determinar la velocidad tanto en el aire como en el agua, demostró que la velocidad de la luz es inversamente proporcional al índice refractivo del medio. Así, el experimento favoreció decisivamente a la teoría ondulatoria. Pero, como hemos visto, sería exagerado decir que la otra teoría quedó definitivamente refutada. Un experimento crucial es *crucial* sólo en relación con un hecho particular. Dice Jevons: "Un experimento crucial no debe simplemente confirmar una teoría, sino que debe negar otra; debe decidir a una mente que se encuentre en equilibrio, como dice Bacon, entre dos concepciones igualmente plausibles." [23] Esta confirmación, sin embargo, nunca es más que parcial;

[23] *Op. cit.*, p 519. La referencia es a BACON, *Novum organum*, libro II, aforismo 36. El término "experimentum crucis" se debe a Bacon. Dice éste:

el resultado del experimento proporciona una razón adicional para creer la hipótesis favorable. Ningún experimento ni ninguna serie de experimentos pueden ser suficientes para establecer una hipótesis fuera de toda duda. La prueba final sólo puede hallarse en la comprehensividad del sistema en el cual encaja una hipótesis dada. Más adelante nos ocuparemos del problema de la verificación de las hipótesis y la justificación del método hipotético. Baste señalar aquí que la verificación no equivale a la prueba. Suponer lo contrario es cometer la falacia de la consecuente.

Debe observarse, además, que las hipótesis no se utilizan para un solo propósito. Hay diferentes *clases* de hipótesis, y la naturaleza de la hipótesis varía con su función. Podemos distinguir tres clases principales: *explicativa, descriptiva* y *analógica*. Éstas, a su vez, pueden ser subdivididas. La clase más simple de hipótesis cae dentro de la primera clase. Estas hipótesis se proponen *explicar*, es decir, dar cuenta de acontecimientos de cierto hecho por medio de la interpolación de hechos que podrían haber sido observados bajo condiciones adecuadas. Tal es la hipótesis del robo para explicar la desaparición de una taza de plata. Los hechos interpolados son tales que un observador correctamente colocado podría haberlos *observado*. Los hechos supuestos son del mismo tipo que los hechos que constituyen los datos del problema. Esta homogeneidad de hipótesis y datos es, sin duda, responsable en parte de la fuerza de nuestra creencia, en algunos casos, de que *ninguna otra* explicación podría dar tan buena razón de los hechos. La "reconstrucción" de un crimen en un juzgado es un ejemplo de esta clase de hipótesis. La sugestión de que una persona obró movida por tales o cuales motivos tampoco es fundamentalmente diferente, aunque los motivos no son observables. En tales casos se piensa que las ocurrencias supuestas harían inteligible aquello que se observa, puesto que tales ocurrencias supuestas no se encuentran fuera del marco de nuestra experiencia real, aun cuando, debido a la naturaleza del caso, sigan siendo inverificables. Hay otro tipo de hipótesis explicativa en que los elementos interpolados son relaciones no-observables entre los acontecimientos que han de ser conectados. La hipótesis newtoniana de la atracción constituye un ejemplo bien conocido.

La función de una hipótesis descriptiva consiste en simbolizar la

"Cuando se halla empeñado en la búsqueda de cualquier naturaleza, el entendimiento llega a un equilibrio, por decirlo así, o permanece indeciso en cuanto a cuál de dos o más naturalezas debe atribuirse la causa de la naturaleza en cuestión, en virtud de la frecuente y ordinaria concurrencia de muchas naturalezas, entonces estos Casos Cruciales [*instantiae crucis*, o sea, casos del letrero indicativo] muestran que la unión de una de estas naturalezas con la naturaleza en cuestión es segura e indisoluble, y de la otra variada y separable; y así se resuelve el problema, y la primera es admitida como la causa, en tanto que la segunda es rechazada." *Cf.* también HUME, *Enquiry concerning morals*, § 178.

conexión ordenada de los hechos. Parece probable que Ptolomeo ofreciera su teoría como una hipótesis de este tipo, cuyo propósito habría sido el de proporcionar una representación geométrica de los movimientos de los cuerpos celestes. La hipótesis del éter como un fluido sin fricción y como un sólido completamente elástico, debe considerarse como una hipótesis descriptiva. Esta hipótesis tuvo un valor indudable para guiar la observación y para sugerir experimentos. La teoría del átomo planetario de Rutherford-Bohr parece ser también una hipótesis descriptiva. El valor heurístico de una hipótesis descriptiva puede ser grande a pesar de que contenga elementos incompatibles, como en el caso de la hipótesis del éter luminífero. La característica esencial de las hipótesis descriptivas consiste en que éstas no son propuestas como generalizaciones a partir de la experiencia; no son anticipaciones de leyes naturales que aguardan confirmación. Antes al contrario, son descripciones que cumplen la función de modelos que permiten al científico comprender el modo de conexión entre los hechos que él trata de explicar. Tales hipótesis deben considerarse esencialmente provisionales y temporales. La teoría eléctrica de la materia constituye un buen ejemplo de este tipo de hipótesis. Las investigaciones de Faraday en el campo del electromagnetismo fueron guiadas por la hipótesis de las "líneas de fuerza" a través de las cuales se trasmite la acción.[24] Clerk Maxwell, al desarrollar esta teoría, dice: "No la propongo como un modo de conexión existente en la naturaleza ... Es, sin embargo, un modo de conexión mecánicamente concebible y fácilmente investigado ..., de modo que me aventuro a decir que cualquiera que entienda el carácter provisional y temporal de esta hipótesis, se verá más bien ayudado que obstaculizado por ella en su búsqueda de la interpretación correcta de los fenómenos."[25]

La hipótesis descriptiva puede desarrollarse en una hipótesis *analógica*. Por una hipótesis analógica significamos una hipótesis de que, lo que es verdadero acerca de un conjunto de fenómenos, puede ser verdadero acerca de otro conjunto, debido a que los dos conjuntos tienen en común ciertas propiedades formales. Por ejemplo, Maxwell reconoció una analogía entre ciertos problemas en la teoría de la atracción gravitacional y ciertos problemas en la electrostática.

[24] Véase *Experimental researches.*

[25] *Colected scientific papers,* I, p. 486. *Cf.* también J. J. THOMSON, quien, al introducir su concepción del "Tubo de Faraday" como una alternativa al "desplazamiento" de Maxwell, dice: "Ciertamente, los servicios que la vieja teoría del fluido ha prestado a la electricidad al suministrar un lenguaje en el que los hechos de la ciencia pueden expresarse clara y brevemente, apenas podrían sobreestimarse. Una teoría descriptiva de esta clase hace algo más que servir como vehículo para la expresión clara de resultados bien conocidos; a menudo presta importantes servicios al sugerir la posibilidad de la existencia de nuevos fenómenos." (*Recent researches in electricity and magnetism,* p. 1.)

Así, la fórmula gravitacional es la ley de la inversa del cuadrado; la fórmula para la atracción eléctrica es también la ley de la inversa del cuadrado, aunque la naturaleza de la atracción es diferente. Hay entre estos dos conjuntos de fenómenos lo que podría llamarse una identidad estructural. Al desarrollar esta hipótesis analógica —o estructural, como podría llamársele—, Maxwell fue llevado a formular su teoría electromagnética de la luz. El propio Maxwell planteó el problema de "hasta dónde debemos considerar una coincidencia en la expresión matemática de dos conjuntos de fenómenos como una indicación de que tales fenómenos son de la misma clase". [26] Fue, sin embargo, como resultado de su trabajo sobre la base de las hipótesis sugeridas por tales analogías matemáticas, como Maxwell logró alcanzar sus notables resultados en la electrostática, el magnetismo y la electricidad corriente. [27] Parece ser el caso que la actitud de Maxwell ante su hipótesis descriptiva original sufrió un cambio que determinó que él no la considerara ya meramente descriptiva. Lo que es importante que observemos es que su trabajo fue guiado y controlado totalmente por hipótesis sostenidas más o menos tentativamente frente a los hechos. La historia de la teoría atómica de la materia ofrece también muchos excelentes ejemplos de la manera en que diferentes clases de hipótesis han contribuido al desarrollo de la ciencia. [28]

A menos que se comprenda el papel que desempeña la hipótesis, es imposible comprender la estructura del método científico. El gran químico alemán Ostwald sostuvo que las hipótesis eran un estorbo para la ciencia. [29] Esta concepción, empero, es insostenible. Ostwald parece haber pensado en la hipótesis esencialmente como en un cuadro, modelo o imagen (*Bild*) que contiene elementos no

[26] *Op. cit.*, I, p. 188.

[27] *Cf.* también *op. cit.*, I, p. 157. "No hay en las matemáticas aplicadas ninguna fórmula más consecuente con la naturaleza que la fórmula de las atracciones, ni ninguna teoría mejor establecida en las mentes de los hombres que la de la acción mutua de los cuerpos a una distancia. Las leyes de la conducción del calor en medios uniformes aparecen, a primera vista, entre las más diferentes, en sus relaciones físicas, de aquellas relativas a las atracciones. Las cantidades que entran en ellas son la *temperatura*, el *flujo del calor*, la *conductividad*. La palabra *fuerza* es extraña al asunto. Con todo, encontramos que las leyes matemáticas del movimiento uniforme del calor en medios homogéneos son idénticas en su forma a las leyes de las atracciones que varían inversamente como el cuadrado de la distancia. Sólo tenemos que sustituir *fuente de calor* por *centro de atracción*, *flujo de calor* por *efecto acelerador de la atracción* en cualquier punto, y *temperatura* por *potencial*, y la solución de un problema de atracciones se transforma en la solución de un problema de calor."

[28] Véase MEYERSON, *Identity and reality*, capítulo II.

[29] Dice OSTWALD: "Ich habe mich bemüht, ein Buch zu schreiben, in welchem keine Hypothese aufgestellt oder benutzt worden ist." (Véase *Vorlesungen über Naturphilosophie*, p. 212.)

dados en las observaciones originales, sino importados por el científico, y que por lo tanto no concuerdan necesariamente con lo dado. Ahora resulta claro que una hipótesis descriptiva bien puede contener tales elementos, como en el caso del éter luminífero, y ello no obstante ser de gran valor como una guía para el experimento. Tales hipótesis son psicológicamente valiosas en el arte del descubrimiento. La forma precisa que toman las hipótesis variará de un científico individual a otro. Algunos científicos no se dan por satisfechos a menos que, como Lord Kelvin, puedan idear un "modelo mecánico completo"; otros se contentan con una forma más vaga, tal como la hipótesis del "desplazamiento" de Maxwell; otros, por su parte, formulan hipótesis de índole más abstracta. Estas diferencias están relacionadas con el arte del descubrimiento; en el método científico perfeccionado, la hipótesis permanece como la "anticipación de la naturaleza" que condiciona el proceso de la indagación experimental.

§ 5. *La concepción newtoniana del método científico*[30]

En un artículo escrito en febrero de 1929 y publicado en el *Times* de Londres, Albert Einstein afirmaba: "Los avances en el conocimiento científico deben producir el resultado de que un aumento en la sencillez formal sólo pueda obtenerse al precio de una mayor distancia o brecha entre las hipótesis fundamentales de la teoría, por una parte, y los hechos directamente observados, por la otra. La teoría está obligada a pasar más y más del método inductivo al deductivo, aun cuando la exigencia más importante que ha de hacérsele a toda teoría científica siempre será la de que se ajuste a los hechos." La afirmación de Einstein concuerda con la práctica de Galileo y con su concepción del método científico. Ya hemos visto que Galileo estaba dispuesto a cometer "la violación de los sentidos por la razón", puesto que estaba convencido de que *sólo* por medio del razonamiento matemático podían descubrirse las leyes de la naturaleza.[31] Sería natural suponer que Newton tuvo una confianza similar en la razón y en lo adecuado de las matemáticas. Éste, sin embargo, no fue el caso. Newton, con todo y lo gran matemático que era, insistió en la necesidad de recurrir al hecho sensorial en cada etapa; no se contentó con confiar en sus deducciones matemáticas sin sentir la necesidad de la confirmación experimental. No debe haber ninguna brecha entre la hipótesis y la observación; no debe suponerse nada que no sea *directamente* derivado de los fenómenos, ni debe aceptarse ninguna hipótesis sin someterla a prueba. Así, por ejemplo, Newton protestó contra la pretensión de Robert Hooke en el sentido de que había descubierto la ley de la inversa del cuadrado,

[30] El estudiante debe omitir este párrafo en una primera lectura.
[31] Véase más adelante, capítulo XVIII, § 2.

puesto que tal pretensión no estaba respaldada por ningún intento de prueba detallada, sino que seguía siendo una mera conjetura. Más aún, Newton cuando menos *parece* anheloso de negar que la hipótesis tenga algún papel esencial que desempeñar en la investigación científica. Como ha señalado Whewell: "Newton parece haberle tenido horror al término *hipótesis*, horror que probablemente se derivaba de su familiaridad con las suposiciones generales, temerarias e ilícitas, de Descartes." [32] Sus escritos están llenos de ataques contra el empleo de la hipótesis, y repudió airadamente la sugestión de que él hubiese hecho uso de ellas. Su célebre *dictum*: "*Hypotheses non fingo*" quizá ha sido citado demasiado frecuentemente fuera de su contexto y en cierta medida ha sido mal interpretado. Vale la pena el intento de reunir los comentarios dispersos de Newton acerca de la naturaleza del método científico, a fin de descubrir en qué sentido le interesaba excluir las hipótesis de la investigación científica. Newton hace la siguiente afirmación definida acerca del método científico:

> "Pues el método mejor y más seguro de filosofar [33] parece consistir en investigar primero, diligentemente, las propiedades de las cosas y establecerlas por medio de experimentos, y posteriormente buscar hipótesis para explicarlas. Pues las hipótesis deben formularse tan sólo para explicar las propiedades de las cosas y no para intentar predeterminarlas, excepto en la medida en que puedan constituir una ayuda para el experimento." [34]

En este pasaje, Newton parece admitir que las hipótesis pueden constituir "una ayuda para el experimento" y que, *después* que las propiedades hayan sido experimentalmente determinadas, podría ser posible formular hipótesis explicativas. Sus concepciones en relación con este asunto parecen haber sufrido cierto cambio. Newton se hizo más y más renuente a la admisión de cualquier hipótesis explicativa, de cualquier cosa que fuese más allá de lo directamente observable. Trató de distinguir estrictamente entre las hipótesis y las leyes experimentales directamente derivadas de los fenómenos y susceptibles de verificación exacta. En el transcurso de sus controversias con otros hombres de ciencia, parece haber sido llevado finalmente a negar que las hipótesis pudieran ser útiles como "una ayuda para el experimento", lo cual, como acabamos de ver, estaba dispuesto a admitir anteriormente. Sólo cedió en lo tocante a hipótesis muy

[32] *Philosophy of discovery*, capítulo XVIII.

[33] Debe recordarse que, para Newton y sus contemporáneos, "filosofía natural" significa lo que ahora llamamos "ciencia física", de suerte que "el método de filosofar" significa "método científico".

[34] Carta a Oldenburg. (Véase *Isaaci Newtoni Opera quæ exstant omnia*, ed. Horsley, 1782, IV, p. 314. Todas las citas, excepto aquellas de otro modo especificadas, han sido tomadas de esta edición, que en adelante será llamada *N. Op.* He traducido las citas que aparecen en latín.)

generales acerca del orden de la naturaleza. Este punto puede hacerse más claro mediante una consideración de las cuatro "Reglas del razonamiento en la filosofía" que Newton antepuso al libro III de los *Principia.*[35] Es preciso transcribirlas en su totalidad.

Regla I. "No hemos de admitir otras causas de las cosas naturales que no sean sino las verdaderas y suficientes para explicar sus apariencias.

Regla II. "Por lo tanto, a los mismos efectos naturales debemos asignar, hasta donde sea posible, las mismas causas.

Regla III. "Las cualidades de los cuerpos que no admiten ni intensidad ni remisión de grados y que se encuentra pertenecen a todos los cuerpos dentro del alcance de nuestros experimentos, deben considerarse como las cualidades universales de todos los cuerpos, cualesquiera que sean.

Regla IV. "En la filosofía experimental hemos de considerar las proposiciones obtenidas por inducción general a partir de los fenómenos, como exacta o muy aproximadamente verdaderas, a despecho de cualquier hipótesis contraria que pueda imaginarse, hasta el momento en que ocurran otros fenómenos por medio de los cuales puedan hacerse más exactas o sujetas a excepciones."

Ha habido considerables discusiones acerca de la interpretación correcta de estas reglas, especialmente en lo tocante al significado que debe atribuírsele a la expresión "causa verdadera" que aparece en la regla I. No es necesario, para nuestros fines, entrar en esta controversia. Es más importante tomar nota de la explicación que el propio Newton añadió a esta regla. Dice él: "A este fin, los filósofos dicen que la Naturaleza no hace nada en vano, y más es en vano mientras menos sirve, pues la Naturaleza se complace con la sencillez y no afecta la pompa de las causas superfluas." Este *addendum* muestra que Newton estaba estableciendo aquí el principio de la sencillez, en la forma en que fue aceptado por Kepler y Galileo.[36] En la regla II, Newton afirma que allí donde los efectos son los mismos, las causas deben ser las mismas. Las reglas II y III juntas aseveran que la naturaleza debe considerarse uniforme. No es fácil determinar si Newton deseaba sostener que estas reglas eran *meramente* principios metodológicos, o si habría estado dispuesto a admitir que eran afirmaciones muy generales acerca del verdadero curso de la naturaleza. La probabilidad de que la primera interpretación sea correcta es sugerida tanto por la regla IV, en que se subraya

[35] *The mathematical principles of Natural Philosophy,* traducción inglesa de A. MOTTE, volumen III, pp. 160-162 Hemos hecho todas las referencias a los *Principia* sirviéndonos de la traducción de Motte, edición en tres volúmenes, 1803.

[36] Véase p. 379 del presente libro.

la naturaleza tentativa y provisionl de las "proposiciones obtenidas por inducción general", cuanto por la siguiente afirmación en la *Óptica*: "El que ello sea así [a saber, que el teorema de la proporción uniforme de los senos es aplicable a todos los rayos de luz] es muy razonable, puesto que la Naturaleza es siempre proporcional a sí misma; *pero es deseable una prueba experimental.*" [37] Al final de la *Óptica*, Newton hace una importante afirmación adicional referente a su concepción del método científico. Dice Newton:

"Al igual que en las matemáticas, también en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles por medio del método del análisis debe preceder siempre al método de la composición. Este análisis consiste en hacer experimentos y observaciones, y en extraer de tales experimentos y observaciones, mediante la inducción, conclusiones generales, no admitiendo objeciones contra las conclusiones que no sean aquellas derivadas de los experimentos u otras verdades ciertas. Pues las hipótesis no deben ser consideradas en la filosofía experimental. Y, aunque la argumentación a partir de experimentos y observaciones por medio de la inducción no sea demostración alguna de conclusiones generales, es empero la mejor manera de argumentar que admite la naturaleza de las cosas, y puede considerársela la más poderosa en cuanto que la inducción es más general. Y si en los fenómenos no aparece ninguna excepción, la conclusión puede pronunciarse de manera general. Pero si en algún momento posterior ocurriere cualquier excepción en virtud de la experimentación, entonces debe empezar a pronunciarse, con las excepciones que ocurran. Por esta vía de análisis podemos proceder de los compuestos a los ingredientes; y de los movimientos a las fuerzas que los producen; y, en general, de los efectos a sus causas; y de las causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termine en las más generales. Éste es el método del análisis. Y la síntesis consiste en suponer las causas descubiertas y establecidas como principios, y en explicar por medio de ellas los fenómenos que proceden de ellas, y en probar las explicaciones." [38]

Newton procede a afirmar que mediante la utilización de este método fue como descubrió y probó las propiedades de la luz examinadas en los dos primeros libros de la *Óptica*. Parece claro, entonces, que Newton concebía que el método científico era analizable en tres etapas esenciales: (1) la determinación por medio del experimento de aquellas propiedades de los fenómenos que varían cuantitativamente; (2) el razonamiento matemático por medio del cual estas variaciones pueden enunciarse con precisión en una forma susceptible de mayor elaboración; (3) experimentos exactos por medio de los cuales el razonamiento matemático puede ser verificado y extendido a otros casos, de acuerdo con los principios metodoló-

[37] Cursivas de L. S. Stebbing.
[38] N. *Op.*, IV, pp. 263-264.

gicos enunciados en las cuatro reglas. Newton insistía continuamente en la necesidad de esta verificación experimental. Los experimentos iniciales tienen por objeto simplificar los fenómenos de suerte que el modo de variación de sus propiedades pueda ser aprehendido. Fue de esta manera, por ejemplo, como el propio Newton determinó el concepto de la refrangibilidad en la óptica. La regla IV muestra muy claramente la importancia que Newton atribuía a los experimentos iniciales y a los verificativos. El *addendum* a esta regla es muy significativo. Dice así: "Debemos seguir esta regla: que el argumento de la inducción no puede evadirse por medio de la hipótesis."

Así, pues, parece haber considerable evidencia en favor de la concepción de que Newton rechazó el uso de la hipótesis y de que él mismo no siguió lo que hemos llamado el método hipotético. Hay, sin embargo, cierto peligro de malinterpretar esta evidencia y de entender mal la conclusión que ella autoriza. Para examinar adecuadamente este asunto, debemos considerar el famoso pasaje en el "Escolio general" al final de los *Principia*, que dice lo siguiente:

> "Hasta aquí hemos explicado los fenómenos de los cielos y de nuestro mar por medio de la fuerza de la gravedad, pero no hemos atribuido aún la causa de esta fuerza. Tenemos por cierto que ésta debe proceder de una causa que penetra hasta los centros mismos del sol y los planetas sin sufrir la mínima disminución de su fuerza, que no opera de acuerdo con la cantidad de las superficies de las partículas sobre las cuales obra (como lo hacían las causas mecánicas), sino de acuerdo con la cantidad de materia sólida que ellas contienen, y propaga su virtud por todos lados a inmensas distancias, disminuyendo siempre en la proporción duplicada de las distancias... Pero hasta aquí no he podido descubrir, a partir de los fenómenos, la causa de esas propiedades de gravedad, y no formulo hipótesis alguna (*hypotheses non fingo*), pues todo lo que no sea deducido de los fenómenos debe llamarse hipótesis, y las hipótesis, sean metafísicas o físicas, sean de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen lugar en la filosofía experimental. En esta filosofía las proposiciones particulares se infieren de los fenómenos, y posteriormente se hacen generales por medio de la inducción. Así fue como se descubrieron la impenetrabilidad, la movilidad y la fuerza impulsiva de los cuerpos, y las leyes del movimiento y la gravitación. Y para nosotros basta con que la gravedad en realidad exista, y obre de acuerdo con las leyes que hemos explicado, y sirva abundantemente para explicar todos los movimientos de los cuerpos celestes y de nuestro mar." [39]

Partiendo de la consideración de este solo pasaje no debemos, ciertamente, interpretar la afirmación "*hypotheses non fingo*" en la

[39] Volumen II, pp. 313-314.

forma en que con frecuencia ha sido interpretada. Newton claramente está hablando aquí de la *causa* de las propiedades de la gravedad, y es en relación con la causa de la gravedad que él afirma no formular ninguna hipótesis. Él rechaza dos clases de hipótesis, a saber, (i) las hipótesis metafísicas que entrañan cualidades ocultas, y (ii) las hipótesis físicas que entrañan cualidades mecánicas. Éstas son rechazadas en razón de que no pueden ser inferidas a partir de los fenómenos.[40] No concierne a la "filosofía experimental" introducir causas inobservables; por el contrario, lo que le concierne es inferir proposiciones particulares a partir de los fenómenos, y generalizar tales proposiciones por medio de la inducción de acuerdo con las reglas I y II. Todo lo que no sea "deducido de los fenómenos" es una hipótesis y el físico no la puede sostener. La palabra "deducido" requiere aquí cierta explicación. Puesto que el propósito de los experimentos iniciales es el de determinar aquellas propiedades que varían cuantitativamente, de modo que estas variaciones puedan expresarse matemáticamente, es posible retroceder de la formulación matemática al modo de comportamiento de las propiedades. El elemento de inducción se hace presente cuando la conclusión es generalizada. Newton no usa "deducción" en el sentido preciso de "prueba". Una vez más insiste en la base empírica de la ciencia. Sin embargo, no hay *nada en este pasaje* que sugiera que las hipótesis son inadmisibles, siempre que no se ofrezcan como demostraciones, ni que la investigación experimental

[40] *Cf.* el importante pasaje de la *Óptica* en que Newton dice que no considera los principios del movimiento (masa, gravedad, etcétera) como cualidades ocultas, sino como "leyes generales de la Naturaleza, mediante las cuales las propias cosas se forman: su aparición ante nosotros por medio de los fenómenos, aunque sus causas no estén aún descubiertas. Pues éstas son cualidades manifiestas, y sólo sus causas son ocultas. Y los *aristotélicos* dieron el nombre de cualidades ocultas, no a las cualidades manifiestas, sino a aquellas cualidades que suponían escondidas en los cuerpos y que suponían eran las causas desconocidas de los efectos manifiestos: tales como serían las causas de la gravedad, y de las atracciones magnéticas y eléctricas, y de las fermentaciones, si supusiéramos que estas fuerzas, o acciones, se derivaran de cualidades desconocidas para nosotros y no susceptibles de ser descubiertas y puestas de manifiesto. Tales cualidades ocultas detienen el mejoramiento de la filosofía natural y, por ello, en los últimos años han sido rechazadas. Decirnos que toda especie de cosas está dotada de una cualidad oculta específica, por medio de la cual la especie actúa y produce efectos manifiestos, es no decirnos nada; pero derivar dos o tres principios generales del movimiento a partir de los fenómenos, y decirnos después cómo las propiedades y acciones de todas las cosas corpóreas se desprenden de estos principios manifiestos, sería un gran paso de avance en la filosofía, auque las causas de estos principios no estuviesen todavía descubiertas; y, por lo tanto, no tengo inconveniente en proponer los principios del movimiento antes mencionados, siendo de extensión muy general, y dejar que sus causas sean descubiertas." (N. *Op.*, IV, p. 261.)

no pueda ser auxiliada por tales hipótesis. El párrafo concluyente de este *escolio* sugiere ciertamente que Newton no era renuente a considerar una hipótesis relativa al modo de producción de la gravedad, a saber, la existencia de "un espíritu sutilísimo" a cuya actividad se deben la gravedad, la cohesión y los fenómenos de la electricidad y la luz. Pero declara que "éstas son cosas que no pueden explicarse en pocas palabras, y tampoco contamos con la suficiencia de experimentos que se requiere para una determinación y demostración exacta de las leyes por medio de las cuales opera este espíritu eléctrico y elástico". Esta afirmación pone de manifiesto la distinción que establece Newton entre las leyes experimentales, susceptibles de demostración, y las hipótesis que no podemos establecer por falta de conocimientos.

Finalmente, podemos preguntarnos si el propio Newton parece haberse guiado por hipótesis. Debido a su oposición a la noción de la hipótesis, Newton se cuidó de distinguir entre sus especulaciones no verificadas y las proposiciones que había demostrado. De tal suerte en la *Óptica* formuló como "Preguntas" lo que indudablemente eran hipótesis guiadoras, excluyéndolas del cuerpo principal de la obra. No cabe duda de que Newton realizó sus experimentos con la definida confianza de que tales y cuales resultados se producirían. Cuando esto sucedía así, quedaba abierto el camino para la inferencia de "proposiciones particulares" a partir de los fenómenos. Una hipótesis que no produjera el resultado definidamente esperado, sería inútil para la ciencia. Una hipótesis que postulara causas fuera del alcance de la observación humana, debía permanecer sin verificación. En consecuencia, Newton excluía las primeras como meras conjeturas y las segundas como especulaciones metafísicas. En este sentido, y sólo en este sentido, Newton rechazaba las hipótesis.

XVII. LOS PRINCIPIOS DE LA DETERMINACIÓN CAUSAL

"La primera tarea, por lo tanto, de la verdadera inducción (en lo que toca al descubrimiento de formas) es el rechazo o la exclusión de las varias naturalezas que no se encuentran en algún caso en que la naturaleza dada está presente, o que se encuentran en algún caso en que la naturaleza dada está ausente, o se descubre que aumentan en algún caso en que la naturaleza dada disminuye, o disminuyen donde la naturaleza dada aumenta." —Francis Bacon

§ 1. *La búsqueda de las causas.*

La etapa más temprana de la investigación científica toma la forma de una búsqueda de las causas de las ocurrencias. No hay dos conjuntos de ocurrencias que difieran tan sólo en sus características espaciales y temporales; en consecuencia, la primera etapa en cualquier investigación inductiva es la determinación de ciertos factores como impertinentes. Mediante la acumulación de juicios de impertinencia el problema se reduce a la investigación de una región comparativamente restringida. A menudo nos enfrentamos a un problema de determinación de la causa de una ocurrencia que acontece en condiciones con las cuales estamos bastante familiarizados. Hay ciertos principios definidos de acuerdo con los cuales se lleva a cabo tal investigación causal. La situación compleja debe ser analizada hasta desglosar sus factores constituyentes, a fin de determinar cuáles de ellos son conjuntamente suficientes e independientemente necesarios para que se produzca la ocurrencia dada. Por ejemplo, un vaso en el cual se acaba de verter agua caliente, se raja. Podría suponerse que el agua caliente es la causa suficiente del vaso rajado. Tal suposición está de acuerdo con la concepción de causa del sentido común. El vaso sobre una mesa es una situación en la que un nuevo factor, *contacto del vaso con agua caliente*, ha sido introducido. La introducción de este factor es seguida por un cambio en el vaso. De consiguiente, este factor es considerado como la causa del cambio. Ahora bien, si el agua caliente vertida en otro vaso colocado junto al primero no tiene el mismo resultado, concluimos que el verter agua caliente en un vaso no es

una circunstancia suficiente para la producción del efecto. Esta conclusión se basa en el supuesto de que un factor que está presente, aunque el efecto dado no ocurra, no es la causa de ese efecto. Los dos vasos deben entonces ser examinados a fin de determinar si puede hallarse alguna diferencia entre ellos que sea pertinente a la diferencia en el resultado. Se descubre entonces que los dos vasos difieren en espesor. Podría ser también el caso que difirieran en color. La experiencia previa puede haber mostrado que la diferencia en color no sería pertinente a la diferencia en el resultado. Queda por indagar si la diferencia en espesor es pertinente. Si supiéramos que diversas sustancias se expanden al ser calentadas, deberíamos reconocer que la diferencia en espesor es un factor adicional suficiente para explicar la diferencia en el resultado. Debemos concluir, entonces, que la superficie interior del vaso más grueso se expande antes de que la superficie exterior se haya calentado; y que, en consecuencia, esta expansión causa que el vaso se raje. El vaso más delgado se calienta más uniformemente, de suerte que no se produce una rajadura. Si no se hubiese observado el caso del vaso delgado, el primer caso podría haber sido generalizado en la proposición causal: *El agua caliente vertida en un vaso, lo raja.* La consideración del segundo caso conduce a la afirmación más exacta: El agua caliente causa la expansión del vaso; un vaso de cierto espesor se expandirá en la superficie a la cual es aplicada el agua caliente antes de que la superficie exterior sea calentada; la expansión de la superficie interior del vaso causa la rajadura del vaso.

Es importante observar que tal investigación presupone una considerable cantidad de conocimiento previo pertinente a la situación. La importancia del conocimiento pertinente difícilmente puede exagerarse. Cualquiera que investigue con buen éxito un problema relativo a la causa de una ocurrencia está en posesión de conocimiento pertinente, pero no necesita ponderar su pertinencia. Puede darla por descontada, puesto que su objeto es el descubrimiento de un factor causal, no el examen del método mediante el cual se descubre. Sin embargo, cuando estamos considerando, como lógicos, la naturaleza de los principios de acuerdo con los cuales pueden determinarse las causas, nuestro problema no es práctico sino teórico. De consiguiente, examinamos *un problema que ha sido resuelto.* El problema, tal como se le enuncia en un texto de lógica, ha sido transformado en un espécimen de museo. La consideración de especímenes de museo es útil para el estudiante de la naturaleza que puede relacionar el espécimen con su medio ambiente natural. Al hacerlo así, el estudiante está consciente de que trabaja con un espécimen colocado en un aislamiento artificial. El estudiante de lógica se encuentra en una posición similar. Debe estudiar ejemplos de investigación científica que han sido aislados artificialmente en mayor o menor medida. Su estudio será fructífero sólo en la medida en que él esté consciente de las limitaciones de su indagación. Es importante, pues, recordar que

en este capítulo nos interesa un problema muy restringido, a saber, la formulación precisa de ciertos principios envueltos en la determinación de factores causales dentro de un campo de investigación limitado.

El análisis de una situación causal hasta reducirla a sus factores constituyentes puede entrañar la separación literal de los factores, es decir, el análisis físico, o puede entrañar el aislamiento sólo en el pensamiento. Aquellas ciencias en que el análisis físico es posible, son ciencias experimentales en el sentido más estrecho de "experimental". El rápido avance de tales ciencias se debe al hecho de que, cuando las condiciones pueden ser variadas, es posible determinar qué es impertinente. Tal análisis se guía por dos principios que se desprenden directamente de la naturaleza de una causa. Estos principios son: (1) Nada que esté ausente cuando un efecto ocurre es la causa de ese efecto; (2) Nada que esté presente cuando un efecto deja de ocurrir es la causa de ese efecto. De consiguiente, al buscar la causa de un suceso A, deberemos buscar casos en que A esté presente y casos en que A esté ausente, y estos casos deben ser tales que muchos factores presentes en el primer conjunto de casos estén presentes también en el segundo conjunto, no obstante la ausencia de A.

§ 2. *Un ejemplo de investigación experimental*

El experimento es posible únicamente cuando el campo de indagación está limitado dentro de una extensión bastante bien definida. El experimentador debe tener un conocimiento más o menos detallado acerca de las alternativas que son posibles bajo ciertas condiciones. Es cierto que algunas veces han ocurrido resultados inesperados, mientras que algunos experimentos realizados en la confiada expectación de un resultado dado no han producido resultado observable alguno. Tal resultado completamente negativo puede tener una significación considerable, siempre y cuando que la situación en su conjunto sea bien comprendida. Éste fue el caso del famoso experimento Michelson-Morley para descubrir el flujo del éter. [1] Pero, a menos que los detalles de la situación se aprehendan claramente, es imposible hacerse ninguna pregunta significativa. Experimentar es hacerse tales preguntas.

Ahora examinaremos con cierto detenimiento una investigación experimental llevada a cabo por el famoso científico francés Louis Pasteur. El propósito de éste era el de determinar las condiciones bajo las cuales se generaban ciertos microorganismos. Pasteur se propuso ofrecer evidencia para refutar la teoría de la generación espontánea. Ésta era la teoría de que ciertas clases de organismos vivientes eran generados a partir de materia inorgánica. Aunque se reconocía que en la mayoría de los casos los organismos son producidos por progeni-

[1] Véase p. 452 *n.*, más adelante.

tores cuya descendencia tendía a parecérseles, se creía que ciertas formas de vida podían producirse a partir de la tierra y de materia animal y vegetal en descomposición. Había evidencia que aparentemente favorecía esta concepción. En la carne putrefacta se crían gusanos y larvas; a veces se encuentran larvas en el corazón de las manzanas, las peras y otras frutas blandas cuya cáscara no está perforada. Después del descubrimiento del microscopio se descubrieron organismos diminutos en el agua de lluvia y en cualquier líquido que hubiera sido expuesto al aire. Estos pequeños organismos fueron llamados "infusorios", y los líquidos en que se generaban fueron descritos como "putrefactibles".

Pasteur se fijó la tarea de mostrar que cuando todos los organismos vivientes son cuidadosamente excluidos del contacto con estos líquidos, ningún organismo aparece en ellos, y que, en consecuencia, no existe evidencia en favor de la generación espontánea de los infusorios. Pasteur registró su investigación experimental en una *Memoria* presentada a la Academia de Ciencias de Francia en 1862. [2] Comenzó con un resumen histórico de la posición de la teoría, del cual citamos a continuación los párrafos iniciales:

> "En los tiempos antiguos y hasta la Edad Media todo el mundo creía en la aparición de las generaciones espontáneas. Aristóteles dice que los animales son engendrados por todas las cosas secas que se humedecen y por todas las cosas húmedas que se secan.
>
> "Van Helmont describe la manera de dar existencia a los ratones.
>
> "Aun en el siglo XVII, muchos autores ofrecen métodos para producir ranas a partir del fango de los pantanos, o anguilas a partir del agua de los ríos.
>
> "Tales errores no pudieron sobrevivir mucho tiempo al espíritu de investigación que surgió en Europa en los siglos XVI y XVII.
>
> "Redi... demostró que los gusanos en la carne putrefacta eran larvas de los huevos de moscas. Sus pruebas eran tan sencillas como decisivas, pues él mostró que al rodearse la carne putrefacta con gasa fina se impedía absolutamente la aparición de estas larvas."

Estos experimentos eran, como dice Pasteur, muy sencillos. Redi puso gasa sobre la carne, cuyo olor pasaba a través de la gasa y atraía a las moscas. Éstas ponían huevos sobre la gasa; de estos huevos nacían larvas que, de no haber estado allí la gasa, habrían nacido en la carne. Posteriormente, otro científico italiano mostró que los gorgojos en las frutas proceden de huevos depositados por insectos antes de que las frutas se hayan desarrollado. Así se suministró evi-

[2] *Memoir on the organized corpuscles which exist in the atmosphere*. W. C. D. y M. D. Whetham ofrecen extractos de esta *Memoria* en *Cambridge Readings in the Literature of Science*. Todas las citas están tomadas de esta obra, a menos que se especifique lo contrario. Mi descripción de esta investigación ha sido tomada de esta *Memoria* y de la *Vida de Pasteur*, de VALLERY-RADOT. (Pasteur vivió de 1823 a 1895.)

dencia para explicar algunos de los hechos sobre los cuales se había basado la teoría de la generación espontánea y que ahora se interpretaban como decisivamente contrarios a esa teoría. El descubrimiento del microscopio, sin embargo, pareció ofrecer nuevo apoyo a la teoría. Como continúa diciendo Pasteur:

> "Pero en la segunda parte del siglo XVII y en la primera del XVIII, el número de observaciones microscópicas aumentó rápidamente. La doctrina de la generación espontánea reapareció entonces. Algunos científicos, incapaces de explicar el origen de los variados organismos que el microscopio mostraba en sus infusiones de materia animal o vegetal, y no viendo nada entre ellos que se pareciera a la reproducción sexual, se vieron obligados a suponer que la materia que una vez ha vivido conserva después de su muerte una fuerza vital especial, bajo cuya influencia sus partículas dispersas se vuelven a unir bajo ciertas condiciones favorables con variedades de estructura determinadas por estas condiciones.
>
> "Otros, por el contrario, usaron su imaginación para extender las maravillosas revelaciones del microscopio, y creyeron haber visto machos, hembras y huevos entre estos infusorios, y en consecuencia se erigieron en adversarios abiertos de la generación espontánea."

Pasteur añade: "Debemos reconocer que la prueba en apoyo de cualquiera de estas opiniones apenas resiste el examen." [3]

El problema que Pasteur tenía que resolver era el de explicar el desarrollo de microorganismos en líquidos putrefactibles. Aquellos que apoyaban la hipótesis de la generación espontánea mantenían que los diminutos organismos revelados por el microscopio se producían espontáneamente en cualquier líquido, aun cuando éste hubiese estado originalmente libre en absoluto de tales organismos. El principal exponente contemporáneo de esta teoría, Pouchet, y sus dos discípulos, Joly y Musset, al sostener la teoría de la heterogenia o generación espontánea, afirmaban que "ellos no propugnaban una creación a partir de la nada, sino la producción de un nuevo ser organizado, carente de progenitores, y cuyos elementos primordiales eran derivados de la materia orgánica ambiente." [4] A Pasteur, esta teoría le parecía extremadamente implausible. Le escribió a Pouchet señalándole que no se había ofrecido ninguna evidencia decisiva en favor de la teoría. "Pienso —decía— que usted está equivocado, no al creer en la generación espontánea (pues es difícil, en tal caso, no tener una idea preconcebida), sino al afirmar la existencia de la generación espontánea. En la ciencia experimental, siempre es erróneo no dudar cuando los hechos no obligan a la afirmación... En mi opinión, el problema permanece entero e intocado por pruebas decisivas. ¿Qué hay en el aire que provoca la organización? ¿Hay gérmenes?, ¿se trata de un sólido?, ¿se trata de un gas?, ¿se trata de un

[3] *Loc. cit.*, pp. 217-218.
[4] *Life of Pasteur*, I, p. 123.

fluido?, ¿es un principio como el ozono? Todo esto se desconoce e invita al experimento." [5] En esta carta, Pasteur revela la disposición científica. Es necesario estar guiado por una hipótesis; pero no debe afirmarse ninguna hipótesis a menos que esté adecuadamente apoyada por evidencia experimental. Pasteur, por lo tanto, se propuso —como lo explicó en la *Memoria* que describe los frutos de su trabajo— "ofrecer pruebas seguras y decisivas, obligando a las mentes no prejuiciadas a rechazar toda idea de la existencia en la atmósfera de un principio más o menos misterioso —gas, fluido, hueso, etcétera— que tenga la propiedad de suscitar la vida en las infusiones." [6]

Estas "pruebas seguras y decisivas" sólo podrían suministrarse —y él lo vio con claridad— por medio de experimentos tan cuidadosamente conducidos que todas las condiciones estuviesen controladas. Sólo de esta manera sería posible analizar los factores comprendidos. Pasteur estaba absolutamente consciente de la dificultad de realizar experimentos decisivos. Escribiéndole a su padre acerca de la oposición de Pouchet y Joly, decía: "Ellos no saben experimentar. No es un arte fácil; requiere, además de ciertas cualidades naturales, una larga práctica que los naturalistas generalmente no han adquirido en estos días." [7] Entre las cualidades naturales que se requieren está la habilidad para pensar claramente cuáles son los factores pertinentes cuya presencia o ausencia ha de probarse. Pasteur se preguntó si los diminutos organismos que se desarrollan en agua esterilizada podrían haber provenido del aire. De ser así, entonces las pequeñas partículas sólidas que pueden verse flotando en el aire, llamadas polvo atmosférico, contendrán gérmenes. Por lo tanto, dijo Pasteur: "Mi primera preocupación fue encontrar un método que permitiera recoger las partículas sólidas que flotan en el aire y estudiarlas bajo el microscopio... El método que utilicé para recoger y examinar el polvo suspendido en el aire, es muy sencillo; consiste en filtrar un volumen conocido de aire a través de algodón pólvora, que es soluble en una mezcla de alcohol y éter. Las partículas sólidas se acumulan en las fibras del algodón. El algodón es tratado entonces con su solvente, y después de cierto tiempo todas las partículas sólidas caen en el fondo del líquido; se las lava varias veces y se les transfiere a la etapa del microscopio, donde son examinadas cuidadosamente." Este experimento mostró que "el aire ordinario siempre contiene un número variable de corpúsculos cuya forma y estructura revelan su naturaleza orgánica."

Pasteur se preguntó entonces: "¿Existen realmente gérmenes fértiles alrededor de los corpúsculos?" Para encontrarle respuesta a esta pregunta, Pasteur ideó experimentos bajo condiciones variadas. Se sabía que los líquidos diferían en el grado en que eran putrefactibles. El agua de levadura azucarada es un líquido sumamente putrefactible.

[5] *Ibid.*, p. 122.
[6] *Memoir*, p. 226.
[7] *Life of Pasteur*, p. 125.

Pasteur puso cierta cantidad de este líquido en una redoma, selló el cuello de ésta y, habiendo hervido el agua durante dos o tres minutos, la dejó enfriar. La redoma, que había estado ocupada sólo a medias por el líquido, se dejó llenar entonces lentamente de aire ordinario que había sido calentado. Luego se cerró el cuello de la redoma. Ésta se mantuvo durante largo tiempo a una temperatura constante de 30° C. No apareció ningún organismo diminuto. Pasteur resumió así los resultados de este experimento:

> "Afirmo con la mayor sinceridad que nunca he obtenido un resultado dudoso de un experimento de esta clase. El agua de levadura azucarada, hervida durante dos o tres minutos y luego expuesta al aire que ha sido calentado, nunca se altera en absoluto, aun después de dieciocho meses a una temperatura de 25° a 30°, mientras que si uno la abandona al aire ordinario, después de un día o dos se advierte en ella un cambio manifiesto, llenándose de bacterias y vibriones o cubriéndose de mohos."

Estos experimentos bastaron a mostrar que el aire ordinario contiene corpúsculos organizados que se asemejan íntimamente a los gérmenes de los organismos inferiores, y que el agua de levadura azucarada, que es sumamente putrefactible en contacto con el aire ordinario, permanece inalterada cuando se la deja en contacto con aire calentado. Pasteur tenía que determinar ahora si el *solo* polvo atmosférico podía producir infusorios o mohos. Hasta que esto se estableciera, quedaba la posibilidad de que algo en el aire, distinto del polvo, fuera la causa de la putrefacción. Pasteur, en consecuencia, ideó un experimento ingenioso y elaborado por medio del cual pudo introducir polvos atmosféricos recogidos en un pedazo de algodón (de la manera descrita en el experimento anterior) dentro de estos líquidos, en presencia de aire calentado. Pasteur hizo redomas de cuellos alargados. Una de éstas tenía un cuello largo y delgado que, cuando el líquido había sido vertido en la redoma y hervido, se curvaba y aguzaba hasta formar una punta que quedaba abierta, en comunicación con el aire. El líquido en la otra redoma se hacía hervir y se dejaba enfriar asimismo, con el cuello del recipiente abierto al aire. El líquido en la redoma con el cuello curvo permanecía puro; el líquido en la otra redoma desarrollaba infusorios. La única diferencia en el tratamiento de las dos redomas era que, en el primer caso, el cuello curvo permitía la entrada del aire, pero los polvos no pasaban debido a lo reducido de la abertura; se quedaban en el cuello curvo. Así, pues, en ambos casos, todo lo que había en el aire, excepto los polvos, entraba en ambos líquidos; los polvos entraban en un solo líquido. Ese líquido desarrollaba infusorios. Sin embargo, si la redoma que contenía el agua pura era agitada violentamente, aparecían infusorios. La agitación violenta hacía que el aire entrara en el cuello con suficiente violencia para arrastrar los polvos con él.

Quedaba, sin embargo, un factor adicional que podría haber sido

pertinente. El algodón en que se recogía el polvo era una sustancia orgánica. Podría, por lo tanto, haber dado origen a los organismos. Pasteur, de consiguiente, sustituyó el algodón por asbesto, usando así un filtro mineral en lugar de uno orgánico. Él describe así su procedimiento:

"Uno podría tal vez preguntarse si, en los experimentos anteriores, el algodón, como una sustancia orgánica, ejercía alguna influencia en los resultados. Sería útil saber, sobre todo, qué sucedería si se realizaran manipulaciones similares en redomas preparadas en la forma que hemos descrito, sin los polvos atmosféricos. En otras palabras, ¿ha ejercido alguna influencia propia el método de introducir los polvos? Es indispensable saber esto.

"A fin de dar respuesta a estas preguntas, reemplacé el algodón con asbesto. Introduje motas de asbesto en las redomas, de acuerdo con las instrucciones anteriores, y produjeron resultados exactamente iguales a los que acabamos de mencionar. Pero con motas de asbesto previamente calcinadas y no llenas de polvo, o llenas de polvo pero calentadas después, nunca se produjeron ni turbiedad, ni infusorios, ni plantas de ninguna clase. El líquido permaneció perfectamente claro. He repetido estos experimentos comparativos muchas veces, y siempre he quedado sorprendido por su claridad, por su perfecta constancia. Parecería, ciertamente, que los experimentos de esta delicadeza deberían mostrar algunas veces resultados contradictorios debidos a causas accidentales de error. Pero en ninguna ocasión mostraron mis análisis preliminares acrecencia alguna, del mismo modo que la diseminación de los polvos siempre produjo organismos vivientes."

Pasteur varió estos experimentos tomando especímenes de aire de diferentes lugares: de sótanos de laboratorios, de la ciudad de París, de distritos rurales, de alturas alpinas, y aun de un glaciar. A menor concentración de polvos atmosféricos, mayor pureza del aire. Encontró en todos los casos que el contacto con el aire más puro producía un grado menor de putridez. De tal suerte, Pasteur tuvo gran cuidado de variar hasta el máximo posible cualquier condición que pareciera ser pertinente a la producción del efecto que él investigaba. Sus experimentos fueron ejecutados a lo largo de un periodo de años, y tuvieron un éxito tan uniforme que él bien podía considerar el resultado como concluyente. Le había dado respuesta a la pregunta que se había hecho y que ya hemos citado: "¿Qué hay en el aire que provoca la organización?" Había mostrado que no era un gas, ni un fluido, ni un principio tal como la "fuerza vital", sino un germen.

A estas alturas podemos preguntarnos: ¿Qué había establecido concretamente Pasteur? Él *no* había mostrado que la biogénesis es la única hipótesis posible para explicar la existencia de organismos vivientes. Pero sí había mostrado decisivamente que no existía evidencia en favor de la generación espontánea de microorganismos en líquidos putrefactibles. Había explicado la aparición de tal evidencia

mediante la demostración de que ésta se debía a que se pasaba por alto ciertos factores pertinentes a la producción del resultado. Había analizado los factores involucrados y había mostrado que un factor, a saber, los *corpúsculos organizados sumamente parecidos a los gérmenes de los organismos inferiores*, era *suficiente* para la producción del resultado, y *necesario* en todos los casos investigados. Siempre que este factor estaba presente, aparecían infusorios; siempre que estaba ausente y las condiciones pertinentes seguían siendo las mismas, no se producían tales organismos. Pasteur había destruido la base evidencial de la teoría de la generación espontánea, y en consecuencia había mostrado no sólo que la hipótesis era implausible, sino también que era estéril. No había mostrado, ni es probable que hubiese deseado pretender tal cosa, que la producción sintética de organismos vivientes en un laboratorio es imposible. Una consecuencia adicional de su investigación consistió en haber echado los cimientos de la moderna ciencia de la bacteriología. En una significativa afirmación contenida en un informe sobre su trabajo, presentado a la Academia de Ciencias de Francia en 1880, decía Pasteur: "Lo más deseable sería llevar estos estudios lo suficientemente lejos para abrir el camino a una investigación seria del origen de diversas enfermedades." [8] Es bien sabido que el resultado del trabajo de Pasteur fue abrir el camino a esta investigación ulterior. Sus investigaciones experimentales condujeron a la formulación de generalizaciones acerca de la conexión entre microorganismos específicos y enfermedades específicas. Fue el comienzo de una organización sistemática de una rama del conocimiento.

Un examen de la investigación de Pasteur pone de manifiesto varios puntos de la mayor importancia por lo que se refiere a la indagación experimental. Será provechoso resumirlos aquí:

(1) La investigación debe estar determinada por una interrogante formulada con precisión suficiente para guiar la indagación.

(2) La situación compleja de la cual parte el investigador debe ser analizada cuidadosamente en sus factores constituyentes.

(3) Todas las condiciones pertinentes deben ser cuidadosamente observadas y tenidas en cuenta a lo largo de todo el transcurso de la indagación. Se podrían dar numerosos ejemplos de resultados erróneos debidos al descuido de algún factor pertinente. Los investigadores anteriores de la teoría de la generación espontánea habían fracasado frecuentemente en este aspecto. Por ejemplo, Needham —un sacerdote inglés del siglo XVIII— pretendía haber obtenido infusorios en vasos que se habían llenado con líquido putrefactible, hervidos y después cerrados. Pero él había cerrado los vasos con tapones de corcho lo suficientemente porosos para dejar pasar microorganismos. Un adversario contemporáneo, el abate Spallanza, repitió este experi-

[8] Citado por VALLERY-RADOT, *op. cit.*, I, p. 128.

mento con mayor cuidado. Lo describe así: "Utilicé vasos herméticamente sellados. Los mantuve durante una hora en agua hirviente, y después de haberlos abierto y de haber examinado su contenido durante un tiempo razonable, no encontré el más leve rastro de animálculos, pese a que examiné con el microscopio los infusorios de diecinueve vasos diferentes." [9]

(4) Los factores pertinentes deben hacerse variar uno a uno. Pasteur observó esta condición cuando preparó redomas que sólo diferían en la circunstancia de que el polvo podía pasar por el cuello de una, pero no de la otra. [10]

(5) Aquellas circunstancias que se suponen son impertinentes deben variarse tanto cuanto sea posible a fin de probar si son realmente impertinentes. De acuerdo con este requisito, Pasteur sustituyó el algodón por un filtro mineral (asbesto).

(6) Debe tenerse el mayor cuidado posible para no *introducir* factores inadvertidos que puedan ser pertinentes al resultado. La inobservancia de la condición (2) conduce frecuentemente a la violación de esta regla de la indagación experimental.

Estas reglas enuncian las condiciones que deben observarse a fin de que los experimentos puedan realizarse de tal manera que sean decisivos en la investigación científica. Podemos resumirlas en la siguiente fórmula: El análisis de la situación dada y el control de las condiciones de modo que todos y cada uno de los factores pertinentes puedan hacerse variar uno a uno, son las precondiciones esenciales de la investigación científica experimental.

No es fácil observar estas reglas con exactitud. El investigador debe reconsiderar constantemente sus experimentos de suerte que pueda preguntarse si acaso no ha estado suponiendo que algún factor es impertinente cuando acaso podría resultar pertinente. El investigador necesita la habilidad y el conocimiento para sugerir lo que probablemente podría suceder si él introdujera algún factor que todavía no estuviese presente en sus experimentos. Resulta claro que el trabajo de Pasteur posee estas características. Su biógrafo reclama para Pasteur "una mente que, mientras avanzaba para establecer nuevos hechos, no cesaba de buscar argumentos contra sí misma y retrocedía para fortalecer puntos que todavía parecían débiles." [11] Fueron estas cualidades mentales las que hicieron de Pasteur un gran científico experimental.

[9] Citado por VALLERY-RADOT, I, p. 119.

[10] Había diferencia en una circunstancia *pertinente*. Debe concederse que esto fue una suposición. Las redomas diferían en su posición espacial, en el momento en que se llenaron, etcétera. Pero se juzgó que estos factores eran impertinentes. Más adelante examinaremos las condiciones bajo las cuales se justifica que hagamos estos juicios de impertinencia.

[11] *Op. cit.*, I, p. 129.

§ 3. *Los principios especiales de la determinación causal*

El ejemplo estudiado en el párrafo anterior era un ejemplo de un conjunto particular de experimentos emprendidos a fin de establecer una conclusión perfectamente definida. El propio Pasteur resumió la conclusión de su primer conjunto de experimentos de la siguiente manera: "Frente a tales resultados... considero matemáticamente demostrado que todos los organismos que aparecen en soluciones albuminosas azucaradas, hervidas y luego expuestas al aire ordinario, derivan su origen de las partículas sólidas que están suspendidas en la atmósfera." [12] De tal suerte, alegaba que no sólo en *esta* ocasión particular se había mostrado que cierto factor era necesario y suficiente para la producción del resultado, sino que también en todas las demás ocasiones *de tipo similar* se encontraría que tal factor es necesario y suficiente para la producción de un resultado similar. Es decir, que él generalizó la conclusión obtenida de su investigación particular. Al hacer tal cosa supuso, primero, que existen conexiones causales regulares; segundo, que estas conexiones causales pueden determinarse por medio de investigaciones llevadas a cabo de acuerdo con principios generales que regulan la búsqueda de las causas. No nos interesa por el momento examinar hasta qué punto estos supuestos son susceptibles de justificación. En este capítulo adoptamos el punto de vista de la indagación científica que indudablemente utiliza tales supuestos. De consiguiente, damos por sentada la validez de la concepción de causa que se ha desarrollado a partir de la noción del sentido común, examinada en el capítulo xv. De tal suerte suponemos que, en una situación compleja dada que se puede considerar relativamente desconectada de otras situaciones, podemos, para los fines de una investigación dada, distinguir entre *condición* y *causa*; que podemos analizar la situación dada en un conjunto de factores conjuntamente suficientes para la producción del acontecimiento que se encuentra bajo investigación, es decir, *el efecto*. El problema, entonces, consiste en determinar si uno o más de estos factores —y, en tal caso, cuál o cuáles— no sólo es suficiente sino también necesario para la producción del efecto. [13] Siempre que ocurre un resultado dado, la situación total contiene lo que es suficiente para producirlo; pero, como hemos visto, siempre contiene también más de lo suficiente. El experimento es un medio práctico que nos permite determinar qué puede excluirse sin alterar el resultado. De aquí que podamos llegar a formular proposiciones científicas de la forma *Siempre que* Φ, *entonces* Ψ.

El proceso *lógico* de eliminación depende de los dos principios que

[12] *Memoir*, p. 226.

[13] Debe recordarse que, al decir que X es *necesario* para la producción de A, significamos que si X no hubiese ocurrido, A no hubiese ocurrido. En este caso, X es *causalmente necesario* para la producción de A.

se desprenden de la naturaleza de una conexión causal que enunciamos en la página 367. La investigación de Pasteur ejemplifica estos principios; su conclusión fue extraída de acuerdo con ellos. De estos principios podemos derivar cuatro principios especiales que determinan la selección de material, o casos, a fin de obtener una conclusión inductiva. Estos principios son, esencialmente, principios que determinan la investigación *experimental*, y como tales los hemos de enunciar, aunque indudablemente tienen una aplicación más amplia. Estos principios los emplea el investigador cuya regla fundamental es: *Hágase variar sólo un factor a la vez.* Resulta claro que tal procedimiento es posible únicamente sobre la base de conocimientos considerables acerca de los datos pertinentes. El procedimiento *metódico* presupone conocimientos derivados de la experiencia pre-científica, así como los resultados producidos por otras investigaciones en el mismo campo de indagación.

Al enunciar los cuatro principios especiales, encontraremos que es conveniente utilizar símbolos literales. De consiguiente, continuaremos simbolizando por medio de X el factor cuya causa está siendo investigada, y usaremos las primeras letras del alfabeto para simbolizar factores en la situación compleja o conjunto de circunstancias que acompaña (ya sea previa o simultáneamente) a la aparición de X.

PRINCIPIOS ESPECIALES QUE DETERMINAN LA SELECCIÓN DE MATERIAL

I. Si en cierto número de casos de un conjunto de circunstancias siempre acompañadas por X, un factor A se hace variar mientras el resto permanece constante, entonces X no está causalmente conectado con A.

II. Si en cierto número de casos de un conjunto de circunstancias que está constantemente unido con X, el factor A siempre está presente, y si los demás factores B C D E. . . de ese conjunto de circunstancias están presentes en diversas combinaciones con otros factores, y en ningún caso estos conjuntos de circunstancias están unidos a X, entonces A probablemente está conectado causalmente con X.

III. Si en una situación compleja acontece X, y si la eliminación de un solo factor A de esa situación está acompañada por la eliminación de X, entonces A está causalmente conectado con X; y, a la inversa, si en una situación compleja no acontece X, y si sólo A es introducido en esa situación y X acontece, entonces A está causalmente conectado con X.

IV. Si en una situación compleja que contiene tanto a A como a X, el factor X varía de alguna manera siempre que A varíe de alguna manera, entonces A está causalmente conectado con X.

Es claro que el primer principio especial dirige la investigación de acuerdo con el principio fundamental de que nada que esté ausente cuando el efecto ocurre puede ser la causa de ese efecto. Un conocido experimento de Newton constituye un buen ejemplo. Newton quería determinar si todas las sustancias, no empece su constitución química, son igualmente afectadas por la gravitación. Tenía, pues, que observar una situación en la que se hiciera variar un solo factor en cada caso. El movimiento de un péndulo está condicionado por la resistencia del aire o de otro medio en el que aquél oscile. Newton, por lo tanto, hizo péndulos, cuyas oscilaciones habían de ser comparadas, "de cajas de madera iguales, colgantes de hilos iguales y llenas de sustancias diferentes, de modo que los pesos totales fuesen iguales y los centros de oscilación se encontrasen a la misma distancia de los puntos de suspensión. Por lo tanto, la resistencia del aire vino a ser aproximadamente una cuestión indiferente, pues, siendo iguales el tamaño y la forma externos de los péndulos, la fuerza absoluta de la resistencia sería la misma mientras el péndulo vibrara con igual velocidad; y, siendo los pesos iguales, la resistencia disminuiría la velocidad igualmente. Por lo tanto, si se observaba cualquier desigualdad en las vibraciones de los dos péndulos, ésta debía derivarse de la única circunstancia que era diferente, a saber, la naturaleza química de la materia dentro de las cajas. No observándose ninguna desigualdad, la naturaleza química de las sustancias no puede tener ninguna influencia apreciable sobre la fuerza de gravitación." [14] Es claro que en este experimento se hizo variar sólo un factor; la variación de este factor no fue acompañada por ninguna diferencia en el resultado, por lo tanto el factor dado no estaba causalmente conectado con el resultado. La decisión de Newton de hacer variar este factor se debió a la expectación natural de que este factor pudiera estar causalmente conectado con el efecto dado. Al mostrar que no lo estaba, Newton razonaba de acuerdo con el primer principio.

Es importante observar que este principio requiere concordancia en todos los factores pertinentes excepto uno, y tiene que ver así con casos en los que hay una *sola diferencia* en todos los casos de la ocurrencia causal y *ninguna diferencia* en el efecto. Es fácil confundir este principio con el principio que Mill llama de *concordancia*, el cual examinaremos en el siguiente párrafo. Es fácil también incurrir en el error de suponer que, puesto que lo que no está presente cuando ocurre un efecto no puede ser la causa, entonces lo que está presente debe ser la causa. Pero un factor puede estar presente y sin embargo no ser la causa. El no haber reconocido este hecho ha sido la causa de generalizaciones apresuradas que están tan mal fundadas como muchas de las generalizaciones derivadas de la simple enumeración. Así, frecuentemente se ha supuesto el siguiente seudo-principio: Si dos acontecimientos se acompañan constantemente entre sí, es probable que estén causalmente relacionados. Puede admitirse que

[14] JEVONS, *Principles of science*, p. 443.

la conjunción constante puede *sugerir* una conexión causal, pero no es posible extraer con seguridad ninguna conclusión hasta que se encuentren o ideen casos que proporcionen variación en uno de los factores. La falacia que tal generalización apresurada ejemplifica es conocida como la falacia de *post hoc ergo propter hoc*. Las supersticiones populares ilustran esta falacia; por ejemplo, que pasar por debajo de una escalera trae mala suerte; que mirar a la luna nueva a través de un cristal trae desgracias; que si se sientan trece personas a comer, una de ellas morirá pronto; que viajar los viernes trae mala suerte, etcétera. Es improbable que *nada* que no sea la conjunción constante de los dos sucesos entre en el razonamiento. En el caso de las dos últimas supersticiones, es probable que el origen se remonte a la Última Cena. Pero tales supersticiones sobreviven principalmente debido a que se pone confianza en este seudo-principio. Los casos en que las dos ocurrencias están unidas son advertidos; los casos en que la conjunción no se produce, son ignorados. Todo el mundo sabe cuán difícil es tomar en cuenta los casos contrarios a nuestros prejuicios; somos proclives a dejar de *observar* los casos negativos. Darwin, que estaba consciente de este peligro, se formó el hábito de prestar atención a los casos desfavorables a sus hipótesis. Dice: "Yo también había seguido, durante muchos años, una regla dorada, a saber, que cada vez que me encontraba un nuevo hecho publicado, una nueva observación o pensamiento que se oponía a mis resultados generales, hacía un memorandum de ello sin falta e inmediatamente; pues la experiencia me había mostrado que tales hechos y pensamientos escapaban de mi memoria mucho más fácilmente que los que eran favorables." [15]

El segundo principio nos lleva a seleccionar conjuntos de casos de tal modo relacionados que un grupo contiene en cada conjunto cierto hecho A, y el segundo grupo, que es *in pari materia*, es tal que ningún caso contiene el factor A, pero todo caso contiene algunos de los otros factores contenidos en el primer grupo. El primer grupo constituye el conjunto de *casos positivos*, el segundo contiene el conjunto de *casos negativos*. Si los casos positivos están acompañados por X y los casos negativos no lo están, entonces, de acuerdo con el principio, podemos extraer la conclusión de que es probable que A esté causalmente conectado con X. Este principio podría ser ejemplificado en una investigación concebida para determinar si la enseñanza del latín por medio del método directo produce los mejores resultados. Para los fines de tal investigación, debe suponerse que existe algún medio de determinar qué se entiende por "los mejores resultados" y alguna manera de reconocer el logro de tales resultados. Representemos este resultado complejo por medio de E. Puede observarse que, siempre que se usa el método directo para enseñar el latín, se logra E. Las diversas escuelas en que se utilizó este método directo diferían *inter se* en muchos respectos. Algunas de estas diferencias podrían

[15] *Life and letters*, ed. por F. Darwin, 1887, volumen I, p. 87.

reconocerse fácilmente como impertinentes, pero probablemente habría una variación considerable en otros factores que se sabe son pertinentes, como por ejemplo la habilidad de los maestros, la cantidad de horas dedicadas cada semana a las lecciones de latín, el *status* social de los alumnos, la cantidad de tareas hechas en la casa, la variación en el *curriculum*, la ventilación de las aulas, etcétera. Si pudiésemos obtener un conjunto de casos negativos en que cada uno de estos factores estuviese presente en alguna o algunas combinaciones, de la misma manera que en un caso cuando menos del conjunto positivo, entonces los dos conjuntos podrían compararse con resultados fructíferos. Si los casos positivos lograran E y los casos negativos no, entonces podríamos concluir, de acuerdo con el segundo principio, que es probable que E fuese causalmente dependiente del método directo, en cuanto se refiere a la investigación dada. Al razonar de acuerdo con este principio, no podríamos confiar mucho en haber descubierto algo más que una relación muchos-uno. De tal suerte, resulta claro que, aunque el método directo para enseñar latín pueda producir resultados satisfactorios, estos resultados bien podrían obtenerse también por medio de alguna otra combinación de factores. Hay cuando menos una apariencia de la pluralidad de causas. Ello no obstante, es en relación con tales problemas que empleamos constantemente el concepto de causa. Las mismas consideraciones son aplicables en relación con los problemas de la psicología industrial. Los datos del problema son tales que el razonamiento debe estar de acuerdo con este segundo principio. Puede que valga la pena investigar adicionalmente las conclusiones alcanzadas, aunque éstas no puedan probarse experimentalmente.

El tercer principio determina la selección de casos capaces de sugerir conclusiones decisivas. Podemos llamarlo *el principio de diferencia.* Dado que una situación compleja sea estática y que cuando A se introduce en ella ocurre X, entonces A es la causa de X. Siempre y cuando que A sea la *sola* diferencia entre los dos casos, el principio justifica nuestra conclusión de que tenemos un ejemplo indudable de una conexión causal. De ello no se desprende, sin embargo, que la relación entre A y X es uno-uno. Éste será el caso si, y sólo si, podemos mostrar que no acontece la pluralidad de causas. El principio de diferencia se desprende directamente de la definición de causa dada por Galileo: "Sólo ha de llamarse causa, en el sentido correcto, aquello a cuya presencia sigue siempre el efecto y con cuya eliminación desaparece el efecto." [16] Este principio está ejemplificado constantemente en nuestros razonamientos cotidianos. En nuestro examen de la noción de causa del sentido común dimos muchos ejemplos de su uso. Frotamos un cerillo en una superficie preparada y se produce la llama. Aquí, *la superficie de la caja de cerillos y el cerillo y el aire circundante* constituyen la situación compleja. En ésta se introduce el factor *frotar el cerillo contra la superficie.* Este fac-

[16] *Opere,* IV, p. 216.

tor es entonces la causa de *la llama que enciende el cerillo.* La situación de la caja de cerillos es una situación estática en la que se introduce un factor dado. El movimiento del brazo de la persona que enciende el cerillo está causalmente conectado con el movimiento del cerillo sobre la superficie, pero no se le considera un factor en la *situación de la llama.* Al estudiante se le debería hacer fácil encontrar ejemplificaciones de este principio en la investigación experimental descrita en el párrafo anterior. Toda ciencia experimental presupone este principio, como ciertamente lo sugiere la definición de Galileo. Su empleo con buen éxito depende del cuidado con que hayan sido analizados *todos* los factores pertinentes. La necesidad de tener este cuidado no se limita a los casos de esta clase, pero hay mayor peligro de aplicar mal este principio que los demás. Esto se debe a que es difícil estar seguros de que *sólo* A ha sido introducido en o retirado de la situación dada. Cuando es posible hacer esta suposición, entonces un solo experimento realizado de acuerdo con este principio produce un resultado indudable.

El cuarto principio determina la selección de casos de ocurrencias que varían juntas. Razonamos de acuerdo con él cuando concluimos a partir de la variación de un factor concomitantemente con la variación de otro factor en una situación dada. Por ejemplo, puesto que mientras más rápidamente corremos, más rápidamente nos acaloramos, concluimos que el correr está causalmente conectado con el aumento del calor corporal. Este principio tiene gran importancia en conexión con la investigación de la variación cuantitativa precisa. Las condiciones bajo las cuales puede aplicarse requieren una enunciación muy cuidadosa. Su significación se revela sólo cuando hemos ido más allá de la determinación causal. Por lo tanto, lo examinaremos más ampliamente en el siguiente capítulo.

§ 4. *Los cuatro métodos de indagación experimental de Mill*

Mill sostenía que toda investigación inductiva era una búsqueda de causas. Afirmaba que "no hay otra uniformidad en los acontecimientos de la naturaleza que la que se desprende de la ley de la causación". [17] De consiguiente, el problema del método científico era para Mill el problema de determinar maneras de descubrir causas. Su análisis del método científico, por lo tanto, culminó en la formulación de cuatro métodos que algunas veces llamó los "métodos inductivos directos", y otras veces los "métodos de la indagación experimental". Estos métodos se asemejan en algunos aspectos a los cuatro principios enunciados en el párrafo anterior, pero, como veremos más adelante, la concepción que de su función tenía Mill era diferente de la nuestra. Los "métodos", tal como los enunció Mill, han desempeñado un papel importante en el desarrollo de la lógica induc-

[17] *Logic,* libro III, capítulo XXI, § 4, *nota.*

tiva durante el periodo que ha transcurrido desde la publicación de su *System of Logic*. Han desempeñado un papel, totalmente desproporcionado a su importancia, en los exámenes universitarios de lógica elemental.[18] Han sido calurosamente defendidos y desdeñosamente criticados. El estudiante haría bien en leer la exposición que el propio Mill hizo de estos métodos.[19] El examen que sigue a continuación no se propone hacer superflua la lectura del propio texto de Mill.

Los exponentes de la teoría lógica de Mill parecen olvidar a menudo el motivo que lo condujo a escribir su libro de lógica. Mill estaba interesado primordialmente en las ciencias sociales; anhelaba descubrir si aquellos métodos que han tenido tan señalado buen éxito en las ciencias naturales podían ser aplicados, con igual ventura, al estudio de los hombres en sociedad. En consecuencia, se propuso la tarea de llevar al cabo un examen crítico del procedimiento que él creía habían seguido los científicos. Existe solamente muy escasa evidencia que apoye la creencia, no poco difundida, de que Mill creía estar instruyendo al científico acerca de cómo realizar su trabajo. Él estudió la historia de la ciencia y las descripciones de la investigación científica; llevó adelante un examen *post-mortem* y formuló sus resultados en sus célebres "métodos". Mill no fue, en modo alguno, el primer lógico que intentó formular métodos de determinación causal. Los "métodos" que ahora llevan el nombre de Mill fueron indicados por Hume;[20] algo parecido a ellos fue enunciado bastante claramente por Bacon;[21] mientras que Herschel[22] formuló "métodos" que a menudo se consideran equivalentes a los de Mill. Pero Mill no sólo ofreció una enunciación más elaborada y definida de los métodos que la que dieron sus antecesores, sino que abordó el problema desde un punto de vista diferente, puesto que trató de descubrir "métodos de *prueba*". Su exposición no está libre de defectos graves. Sus afirmaciones concretas contienen abundantes absurdos. Nada, sin embargo, se ganaría comentando cualquiera de estos absurdos, excepto aquellos que es necesario evitar con algún cuidado. Desde un comienzo puede mencionarse una anomalía que escasamente llega a ser un absurdo. El capítulo de Mill se titula "*Cuatro* métodos de indagación experimental". Sin embargo, él da *cinco* métodos: un punto que tanto los exponentes como los críticos

[18] *Cf.* N. R. Campbell, *Physics: The elements*, p. 89. "Mill llama a estas reglas los cánones de la inducción y pocos de nosotros somos lo suficientemente afortunados para haber dejado de toparnos con ellos en el aula de exámenes."

[19] Véase libro III, capítulo VIII. El estudiante debe consultar también el capítulo noveno de Mill, en el que da ejemplos de la utilización de los métodos. En el análisis de estos ejemplos se corrigen muchas de las deficiencias de su exposición de los métodos.

[20] *A teatrise of human nature*, libro I, parte III, § XV.

[21] *Novum organum*.

[22] *Natural philosophy*.

parecen haber pasado por alto. La inclusión de un quinto método parece haber sido un descuido debido a que Mill no decidió qué era exactamente un "método". Más adelante veremos la importancia de este punto. El quinto método, que Mill da en su exposición, pero que está excluido del título de su capítulo, parece ser el que da en *cuarto* lugar y llama "método de residuos", y no, como podría esperarse, el que da en quinto lugar, ni, como se supone frecuentemente, el que da en tercer lugar y llama "método conjunto". Ciertamente, el "método de residuos" no es, en ningún sentido, un método *inductivo*; ni siquiera en el sentido en que Mill usualmente entendió esta frase.

Es deseable enunciar los "métodos" de Mill en sus propias palabras. Al explicar estos "métodos", Mill utilizó letras para simbolizar los factores en lo que hemos llamado una situación causal, y que Mill llamaría el fenómeno bajo investigación.[23] Estos factores son llamados *antecedentes* si son factores en el complejo-causa; *consecuentes* si son factores en el complejo-efecto; los primeros son simbolizados por medio de letras mayúsculas, los segundos por medio de las letras minúsculas correspondientes. Como la utilización de símbolos pone de manifiesto claramente los supuestos sobre los cuales descansa el análisis, una consideración del simbolismo de Mill nos permitirá reconocer más fácilmente las dificultades de su exposición. Mill comienza estableciendo dos reglas de la indagación experimental, que, ciertamente, se desprenden de los principios fundamentales de que nada que esté ausente cuando acontece el suceso puede ser la causa de dicho suceso, y de que nada que esté presente cuando deja de acontecer un suceso puede ser la causa de dicho suceso. Estas reglas son: (1) compárense casos diferentes en los que ocurran los fenómenos bajo investigación; (2) compárense casos en los que el fenómeno ocurra con casos similares en otros aspectos en los cuales no ocurra. De estas dos reglas fundamentales se derivan los cuatro "métodos" de Mill. Cada "método" está formulado hipotéticamente en lo que Mill llama un "canon".

ENUNCIACIÓN DE LOS CUATRO MÉTODOS DE MILL

1. *El método de la concordancia*

Canon: "Si dos o más casos del fenómeno bajo investigación tienen sólo una circunstancia en común, la sola circunstancia en que concuerdan todos los casos es la causa (o el efecto) del fenómeno dado."

[23] Mill usa la palabra "fenómeno" para incluir tanto lo que hemos llamado una "ocurrencia", cuanto lo que deberíamos llamar una "propiedad" o un conjunto de propiedades.

Simbolización: [24] A B C → *a b c*
A D E → *a d e*
∴ A — *a*

Ejemplo: [25] Se sabe que los casos en que los cuerpos adoptan una estructura cristalina han sido precedidos por casos que tienen en común sólo un antecedente, a saber, el proceso de solidificación a partir de un estado fluido. Este antecedente, por lo tanto, es la causa de la estructura cristalina.

2. *El método de diferencia*

Canon: "Si un caso en el que el fenómeno bajo investigación ocurre, y un caso en el que no ocurre tienen todas las circunstancias en común excepto una, la cual ocurre sólo en el primer caso, entonces esa única circunstancia en que los dos casos difieren es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa del fenómeno."

Simbolización: A B C → *a b c*
B C → *b c*
∴ A — *a*

Ejemplo: Un hombre en la plenitud de su vida recibe un balazo en el corazón; es herido y muere. La herida es la única circunstancia que es diferente; por lo tanto, su muerte es causada por la herida.

3. *El método conjunto de concordancia y diferencia*

Canon: "Si dos o más casos en los que el fenómeno ocurre tienen sólo una circunstancia en común, mientras que dos o más casos en que no ocurre no tienen nada en común excepto la ausencia de esa circunstancia, la única circunstancia en que los dos conjuntos de casos difieren es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa del fenómeno."

Es deseable posponer la simbolización de este método, así como cualquier intento de ejemplificar su uso, hasta después de la enunciación del "método" restante. El "cuarto canon" de Mill para el "método de residuos" debe ser omitido aquí, puesto que ni siquiera Mill era capaz de sostener que este método debía ser considerado propiamente como uno de los "cuatro métodos experimentales". De consiguiente, lo examinaremos en el siguiente capítulo. Ahora tenemos que considerar el "quinto método" de Mill, que debe ser enunciado antes

[24] Mill no presenta la simbolización de esta manera, ni tampoco simboliza la relación. Aquí, "→" expresa "es seguido de", en tanto que la línea recta simboliza "está causalmente conectado con", que se supone es la relación deducible de los casos de la primera relación.

[25] En cada caso el ejemplo dado está tomado de la exposición de Mill.

de que se haga un intento de estimar el propósito y el valor de la formulación de los "métodos" que hizo Mill.

4. *El método de variaciones concomitantes*

Canon (*Quinto canon* de Mill): "Cualquier fenómeno que varíe en cualquier forma siempre que otro fenómeno varíe en alguna forma particular, o bien es una causa o bien es un efecto de ese fenómeno, o está conectado con él a través de algún hecho de causación."

Mill tiende a considerar que este método está concebido primordialmente para tratar fenómenos en los cuales entran "agentes naturales indestructibles, que es imposible excluir o aislar, y los cuales no podemos ni evitar que estén presentes ni ingeniárnoslas para que estén presentes solos". A tales agentes indestructibles, Mill les llama causas permanentes. Da, como ejemplo, la influencia de la Tierra sobre el movimiento de un péndulo. Esta influencia puede ser disminuida, pero no eliminada. Mill reconoce que este método podría usarse para determinar variaciones cuantitativas precisas entre fenómenos causalmente dependientes. Pero su concepción de lo que ese uso entrañaría exactamente es sumamente oscura, y tampoco parece aprehender la significación de la variación cuantitativa. No es provechoso, por lo tanto, examinar más el tratamiento que da Mill a este método.

Un examen de las sugestiones de Mill para la simbolización de sus "métodos" nos permitirá ver con mayor claridad cuáles son los supuestos sobre los cuales descansa su formulación de los métodos, y determinar con mayor precisión la utilidad de esta formulación. El más simple de los métodos es el método de diferencia. Aquí, como siempre, Mill supone una correspondencia de uno-uno de los factores-causa y de los factores-efecto. Sus símbolos *sugieren* una similitud entre causa y efecto, puesto que a las mayúsculas corresponden las mismas letras minúsculas. No hay nada en su simbolismo que sugiera que en *todos* los casos están presentes factores que no están presentes en ningún *otro* caso. Se da por supuesto que se *sabe* que tales factores son impertinentes. Ya hemos visto, sin embargo, que tal suposición puede ser errónea. Asimismo, un factor presente en todos los casos puede ser un factor sin el cual el efecto no habría ocurrido, aunque a este factor no se le considerara conectado en modo alguno con la ocurrencia del efecto. Un ejemplo de un caso en que se supuso erróneamente que un factor dado era impertinente lo constituye el uso que hizo Needham de los *corchos* para sellar los recipientes en sus experimentos con los líquidos putrefactibles. La simbolización de Mill del "método de diferencia" sería inobjetable si, y sólo si, él hubiese reconocido claramente que su "método" podía representar únicamente un examen *post-mortem* de una investigación consumada. Él, sin embargo, lo consideró tanto un método completo de descubrimiento cuanto un método de prueba. La simbolización será aceptable si se limita a la representación de lo segundo. Pero, en ese caso,

el "método" no se puede considerar como *ciertamente* ejemplificado en cualquier investigación empírica. Puede verse fácilmente que esto es así mediante una consideración de las condiciones que tendrían que cumplirse a fin de que el simbolismo de Mill representara adecuadamente el procedimiento. Estas condiciones son: (1) la situación total debe ser susceptible de ser considerada como causalmente desconectada de otras situaciones; (2) los factores-causa deben guardar una correspondencia de uno-uno con los factores en el complejo-efecto; (3) un factor debe ser susceptible de ser eliminado (o añadido) sin alteración de ningún otro factor; (4) debe haber un factor, y sólo uno, presente en un caso pero ausente en el otro.

La primera condición es una condición para que haya uniformidades causales. La existencia de tales uniformidades con aparente desconexión causal de otras ocurrencias, es una cuestión de experiencia. Esta desconexión, sin embargo, puede ser sólo aparente. Pueden estar presentes factores que, o bien se suponen impertinentes o bien son totalmente inadvertidos. Estos factores deben ser representados por el simbolismo. La segunda condición, ciertamente, no se cumple a menudo. Es difícil, en verdad, dar una enunciación precisa de lo que constituiría tal correspondencia de uno-uno entre los dos conjuntos de factores. Al dar *ejemplos*, Mill habitualmente ignoró esta condición. Por lo tanto, el primer aspecto en que el simbolismo debe ser enmendado consiste en la sustitución de una *sola* letra por el efecto-ocurrencia. La tercera condición puede realizarse aproximadamente, pero la cuarta es realizable sólo si por "factor" entendemos "factor *pertinente*".

Es necesario, entonces, sustituir la sola letra E por *a b c* y añadir símbolos que representen los factores que, aunque están presentes, o bien son inadvertidos o bien se les juzga impertinentes. Puesto que no todos estos factores permanecerían inalterados, su variación debe ser simbolizada. El "método" puede representarse, pues, de la siguiente manera:

$$\text{A B C } (x_1, x_2, x_3' \ldots) \rightarrow \text{E } (y_1, y_2 \ldots)$$
$$\text{B C } (x_1', x_2', x_3'' \ldots) \rightarrow \text{no-E } (y_1', y_2' \ldots)$$
$$\text{A — E}$$

Las x y las y entre paréntesis simbolizan factores de los cuales sólo algunos han permanecido inalterados; los puntos simbolizan factores inadvertidos, mientras que los paréntesis indican que lo que está contenido dentro de ellos, sea lo que fuere, se juzga impertinente. Es necesario hacer modificaciones similares de la simbolización de Mill por lo que toca a los otros "métodos", para que el simbolismo sea adecuado siquiera en mínima medida. Un intento de simbolizar el método conjunto siguiendo estos lineamientos podría aclarar la naturaleza de este "método" que Mill, con singular falta de éxito, trató de formular en su tercer canon. Su formulación defectuosa de este

canon es un producto de los defectos en su formulación del canon del "método de concordancia", pues él consideraba su tercer "método" como una aplicación doble del "método de concordancia". De aquí que el método conjunto se considere aplicable a casos en los que un conjunto de casos que concuerdan *en presencia* de un factor dado han de compararse con un conjunto de casos que concuerdan *en ausencia* del mismo factor. Tanto en el primero como en el segundo cánones, Mill afirma que los casos deben concordar "en una circunstancia solamente". Esto es absurdo, aun aparte del hecho de que no podría encontrarse ningún caso semejante. La conjunción constante puede ser una señal de conexión causal cuando tal conjunción ocurre en situaciones que tienen mucho en común. Pero esta consideración representa sólo una parte de lo que Mill tenía en mente cuando formuló el "método de concordancia", como lo demuestra su afirmación de que "el método de concordancia se apoya en la convicción de que cualquier cosa que puede ser eliminada no está conectada con el fenómeno por ninguna ley." [26] Esta afirmación sugiere, ciertamente, que el "método de concordancia" debería haber sido formulado de tal manera que requiriese una *sola diferencia*, no una *sola concordancia*. Mill parece haber incurrido en el error que señalamos en la página 378. La condición de que debe haber una sola *concordancia* es demasiado obviamente absurda para que sea necesario examinarla, pero debe observarse que este absurdo se repite en una forma agravada en el tercer canon, el cual requiere que los casos negativos no tengan "nada en común" excepto la ausencia del factor en el que concuerdan los casos positivos. [27] A despecho del canon, sin embargo, incluso Mill comprendía que los dos conjuntos de casos debían extraerse del mismo campo de indagación, y que mientras mayor fuera el parecido entre ellos en todos los aspectos excepto uno, más plausible sería la conclusión derivada de ellos. [28] Los casos negativos deben ser tales que contengan factores que ocurran en los casos positivos, aunque esos factores no sean suficientes para producir el resultado. De esta manera, los casos negativos constituyen un medio de *probar por exclusiones*. Siguiendo el simbolismo que sugiere el "método" de diferencia, el método conjunto de Mill podría simbolizarse de la siguiente manera:

[26] *Loc. cit.*, § 3.

[27] La simbolización del método conjunto que hace Jevons es instructiva, puesto que corresponde precisamente a la formulación del canon que hace Mill. Da para los casos positivos ABC, ADE, AFG, AHK, y para los casos negativos PQ, RS, TV, XY. Lo absurdo de este procedimiento no requiere comentario. (Véase *Elementary lessons in logic*, capítulo XXVIII.)

[28] Véase *Logic*, libro III, capítulo IX, § 4. El *ejemplo* de Mill aquí viola la condición de que no debe haber "nada en común excepto la ausencia de esa circunstancia", aunque al comentar el ejemplo, él hace la afirmación *falsa* de que hay concordancia sólo en esa circunstancia.

Casos positivos

H B J A Y C K	$(x_1, x_2 \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1, y_2 \ldots)$
H B A L C N	$(x_1', x_2 \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1, y_2'' \ldots)$
H A R L Y K N P	$(x_1, x_2'' \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1', y_2' \ldots)$
H J B Y N P	$(x_1'', x_2''' \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1', y_2' \ldots)$
H Y L N O M P	$(x_1', x_2'' \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1'', y_2''' \ldots)$
H A K P J O	$(x_1'', x_2''' \ldots)$	$\rightarrow$ E $(y_1''', y_2' \ldots)$

H — E

Casos negativos

A Y L O R J	$(x_1', x_2, \ldots)$	$\rightarrow$ no-E (y_1', y_2)
A L R S T U	$(x_1'', x_2, \ldots)$	$\rightarrow$ no-E (y_1, y_2')
B R J K Q N	$(x_1'', x_2''', \ldots)$	$\rightarrow$ no-E (y_1', y_2')

Suponiendo que las mayúsculas representen factores en el complejo-causa que puedan considerarse aislables, entonces este simbolismo no representa del todo mal un proceso de investigación semejante al que determina un brote de tifoidea en un distrito dado. El estudiante podrá seleccionar fácilmente factores ocurrentes en los casos positivos, tales como: comer ostras, tomar leche obtenida en cierta lechería, vivir en cierta calle, bañarse en cierto lugar, etcétera. Estos factores estarán presentes en algunos de los casos, pero no en todos, o estarán presentes en todos. Supóngase que el factor representado por H es *comer ostras*. Entonces, no es irrazonable suponer que la tifoidea (simbolizada por E) está causalmente conectada con el hecho de que los pacientes han comido ostras. Si se supiese ya que la tifoidea había sido causada así en otros casos, ésta sería una suposición razonable. La probabilidad de que esta conclusión fuera correcta se fortalecería cuando se descubriera que otros factores posibles, tales como *tomar leche, vivir en cierta localidad,* etcétera, estaban presentes en casos que tenían mucho en común con los casos de tifoidea, aunque ésta no se hubiera producido. Resulta claro que, mientras mayor sea el parecido entre los dos conjuntos de casos, mayor será la probabilidad de que H, que está presente en un conjunto y ausente en el otro, sea la causa de E. Si existiera un parecido *en todos los factores pertinentes con excepción de uno,* no habría necesidad de recoger otros casos, puesto que las condiciones del método de diferencia habrían sido satisfechas. Es un error considerar el método conjunto como una forma más satisfactoria del método de diferencia, aunque los lógicos cometen este error con cierta frecuencia. El método conjunto debe emplearse únicamente cuando no puedan satisfacerse los requisitos, más rigurosos, del método de diferencia. El propio Mill reconoció esto claramente. Al simbolizar el método conjunto debemos, pues, evitar seleccionar letras que puedan sugerir que las condiciones más rigurosas fueron satisfechas. Para formular una simbolización

satisfactoria de los métodos de Mill, todo lo que se requiere es un conocimiento del alfabeto y una comprensión de los principios sobre los cuales descansan los "métodos". A estas alturas ya es dable suponer que el estudiante posee estos dos requisitos, de modo que no hay necesidad de detenernos más en el problema de la simbolización. Al mismo tiempo, es bueno recordar que el propio Mill sugirió un simbolismo que es totalmente inaplicable a los ejemplos por medio de los cuales él ilustró sus métodos, pero que reproduce fielmente las deficiencias de sus cánones.

§ 5. *La concepción del método científico de Mill*

Es importante recordar que Mill definió la lógica como *la ciencia de la prueba.* Él insistió en que "la tarea de la lógica inductiva [es] proveer reglas y modelos (tales como el silogismo y sus reglas en el caso del raciocinio) para los cuales, si los argumentos inductivos concuerdan, esos argumentos son concluyentes y no de otra manera". Añade Mill: "Esto es lo que profesan ser los cuatro métodos." [29] Así, pues, Mill concibe los métodos como modelos o esquemas comparables con las figuras del silogismo, en los cuales pueden hacerse encajar las investigaciones inductivas. Se considera que el canon, en cada caso, guarda con su método la misma relación que guarda, por ejemplo, el *dictum de omni* con la primera figura del silogismo. Debido a las dificultades que se derivan de la pluralidad de causas, Mill consideró que sólo el método de diferencia era completamente convincente, pero no cabe duda de que, según Mill, a no ser por estas dificultades, cada método tendría que ser considerado tanto demostrativo como completo en sí mismo. Antes de que consideremos de qué manera el problema de la pluralidad de causas es pertinente a esta concepción de los métodos, debemos tratar de ver claramente la naturaleza de la confusión de Mill entre un *principio* y una *regla.*

Es aparente que los cuatro métodos de Mill exhiben un parecido, aunque no un parecido exacto, con los cuatro principios que hemos llamado los principios especiales de la determinación causal. Como vimos, estos principios especiales se desprenden de la naturaleza de una conexión causal. Puesto que la búsqueda de las causas tiene lugar de acuerdo con estos principios, hay *una regla fundamental del procedimiento experimental,* a saber, *varíese un factor a la vez y obsérvese el resultado.* Cada principio especial produce una forma especial de esta regla fundamental. De tal suerte, el principio I produce la regla: Sustitúyanse por turno diferentes factores por uno de los factores dados y obsérvese el resultado. El principio II produce la regla: Omítase un factor mientras se conservan otros factores parcialmente iguales y parcialmente distintos, y obsérvese el resultado. El principio III produce la regla: Omítase sólo un factor y obsérvese el resultado. El principio IV produce la regla: Auméntese o disminú-

[29] Libro III, capítulo IX, § 6.

vase en cantidad un solo factor, y obsérvese el resultado. Estas reglas regulan la selección de casos, no importa que éstos sean suministrados o no por experimentos de laboratorio. Ninguna regla cubre, ella sola, el procedimiento total de la investigación científica. Cada regla, así como el principio especial del cual es derivada, es independiente de las otras reglas y principios especiales. Estos principios especiales son pertinentes en diferentes etapas de la investigación, y las reglas especiales regulan el procedimiento en esa etapa. El razonamiento de acuerdo con el principio I permite al investigador determinar si un factor dado es pertinente, puesto que, si factores diferentes pueden ser sustituidos sin que ocurra ningún cambio, tales factores no pueden ser pertinentes. Tal determinación ocurre en una etapa temprana de la investigación. Procediendo de acuerdo con la regla derivada del principio II, el investigador puede ser llevado a suponer que existe alguna conexión causal, puesto que la omisión de un factor dado de un conjunto de circunstancias que tienen mucho en común con casos en los cuales el factor estaba presente, es seguida por un cambio en otro factor. La regla III es aplicable únicamente cuando un investigador está tratando una situación respecto de la cual ha formulado ya una hipótesis definida de que dos factores están causalmente relacionados. Es necesario, además, que en este caso el investigador tenga tal control sobre la situación que pueda omitir, o introducir en ella, un solo factor. Razonando de acuerdo con el principio IV, el investigador puede ser llevado asimismo a formular una hipótesis concerniente a la relación causal de dos factores definidos. La aplicación experimental de la regla IV le permitirá someter a prueba tal hipótesis. Parece claro, entonces, que los principios especiales y las reglas derivadas de ellos son pertinentes a diferentes etapas de una investigación científica.

Debemos considerar ahora la relación de los cuatro métodos de Mill con los cuatro principios especiales. El método de diferencia corresponde claramente al principio III, y el método de variaciones concomitantes al principio IV, mientras que el método conjunto se parece al principio II, aunque el parecido está lejos de ser exacto debido a la formulación absurda que hace Mill de este método. El método de concordancia, sin embargo, no corresponde en modo alguno al principio I, debido a que Mill no logró advertir que lo que se requiere es una sola *diferencia* y no una sola *concordancia*. Este método, ciertamente, corresponde más bien al principio II que al principio I, puesto que el principio II corresponde en cierta medida al método conjunto, y este método es, como hemos visto, una aplicación doble del método de concordancia. Puesto que los métodos de Mill sí corresponden, aunque no exactamente, a los cuatro principios especiales, y puesto que, como hemos visto, estos principios son pertinentes a diferentes etapas de una investigación causal, se desprende de ello que los métodos de Mill también son pertinentes en diferentes etapas. Mill, sin embargo, no logró advertir que ése era el caso. Antes al con-

trario, creyó que sus métodos eran modos de procedimiento *alternativos*, cada uno de ellos más o menos completo en sí mismo. Este error se debió a que Mill no pudo reconocer que los métodos no eran en realidad *métodos*, sino *principios*. La absoluta falta de claridad de Mill en lo tocante al significado que él daba a "método", queda indicada por el hecho de que algunas veces afirma que los cuatro métodos se "reducen" a dos, a saber, el método de concordancia y el método de diferencia. Mill se propuso, claramente, basar estos dos métodos en los dos principios fundamentales de la conexión causal, de que: *Nada que esté ausente cuando un efecto ocurre puede ser la causa de ese efecto*, y de que: *Nada que esté presente cuando el efecto deja de ocurrir puede ser la causa de ese efecto.* Estos dos principios son independientes el uno del otro; los cuatro principios especiales derivativos son independientes el uno del otro, pero cada uno de ellos o todos conjuntamente pueden determinar una investigación causal dada. Mill, al confundir el método con el principio, creyó que había cuatro *métodos* independientes. Resulta claro, sin embargo, que ninguno de los dos principios fundamentales, ni ninguno de los cuatro principios especiales derivativos es suficiente, él solo, para constituir un modo de procedimiento completo, es decir, un *método*.

Las confusiones de Mill no terminan aquí. En su afán de ofrecer modelos a los cuales se ajustaran los argumentos inductivos, se vio llevado a suponer que sus métodos eran idénticos a las *reglas* que regulan la investigación científica, o, como lo expresó él, "artificios para desenmarañar la trama". Así, pues, trató de formular sus métodos de tal suerte que fueran al mismo tiempo cánones, o reglas reguladoras del descubrimiento, y métodos.

Finalmente, Mill creía que sus métodos eran los únicos instrumentos de la *prueba*. En el capítulo XIV vimos que Mill estaba consciente de que todo conocimiento empírico descansa, en última instancia, sobre la enumeración simple, es decir, sobre la pura inducción combinada con la analogía. Así, describe la *inducción* como "el proceso por medio del cual concluimos que lo que es verdadero acerca de ciertos individuos de una clase, es verdadero acerca de la clase entera, o que lo que es verdadero en ciertos momentos será verdadero en circunstancias similares en todos los momentos." [30] Pero Mill no reconoció que tal definición de la inducción reduce a ésta a enumeración simple. Por el contrario, él trató, como hemos visto, de descubrir "un instrumento más seguro y más potente". Este instrumento lo constituían, a su juicio, los cuatro métodos.

Muchas de las dificultades que ofrece la concepción del método científico de Mill se deben al hecho de que éste creía en dos proposiciones mutuamente inconsecuentes. Él creía que todo nuestro conocimiento se deriva en última instancia de la enumeración simple —es decir, de la generalización a partir de casos particulares—, y también creía que las proposiciones así derivadas eran susceptibles de ser cono-

[30] *Op. cit.*, libro III, capítulo II, § 1.

cidas como ciertamente verdaderas.[31] De consiguiente, creía que las proposiciones empíricas generales podían ser *probadas*. Él concebía la prueba como estrictamente inductiva. Debe recordarse que Mill consideraba que la deducción consistía en la *interpretación* de las inducciones, siendo las reglas del silogismo reglas para el proceso de interpretación. Aunque admitía que la inducción debe combinarse algunas veces con la deducción debido a la complejidad de los fenómenos bajo investigación, se negaba a admitir que *toda* investigación científica debe combinar el razonamiento deductivo con el inductivo. Así, pues, dice: "Si los descubrimientos se hacen alguna vez por medio de la observación y el experimento, sin deducción, los cuatro métodos son métodos de descubrimiento; pero aun si no fueran métodos de descubrimiento, no sería menos cierto que ellos son los únicos métodos de la prueba; y, en ese carácter, incluso los resultados de la deducción están sujetos a ellos. Las grandes generalizaciones que comienzan como hipótesis deben acabar por ser probadas, y son en realidad probadas por los cuatro métodos."[32] En esta afirmación puede hallarse la explicación de la actitud de Mill frente a lo que él llama el método hipotético. Mill se negaba a admitir que la hipótesis tenga un papel indispensable que desempeñar en el método científico. Atribuía a la hipótesis una función secundaria en el proceso del descubrimiento; veía que una teoría científica habría sido incapaz de ser establecida a menos que primero hubiese aparecido con apariencia de hipótesis. Pero creía que este estado de cosas era excepcional, y concibió enteramente mal la relación de sus métodos con las hipótesis. Esta concepción errónea se debió a su creencia de que el método científico es un proceso de establecer leyes que se puede saber son ciertamente verdaderas. Mill vio que, para *probar* una hipótesis, es necesario mostrar no sólo que la hipótesis dada es consecuente con los hechos, sino también que *ninguna* otra hipótesis es consecuente con ellos. Él creía que si el método de diferencia podía utilizarse para establecer el caso negativo, entonces la hipótesis podía ser probada así. Ofreció como ejemplo la ley de la gravitación de Newton, y afirmó que se había mostrado que ninguna otra hipótesis podía concordar con los hechos, y que, en consecuencia, la "hipótesis se convirtió en una verdad inductiva."[33] Para la teoría de Mill fue desafortu-

[31] *Cf.* capítulo XV, § 5 del presente libro.

[32] *Op. cit.*, libro III, capítulo IX, § 6.

[33] *Ibid.*, capítulo XIV, § 4. Fue en su controversia con Whewell acerca de la naturaleza y función de los métodos donde Mill mostró más claramente su concepción de la naturaleza de la inducción. Así, criticando a Whewell, dice: "Si después de suponer una hipótesis y confrontarla cuidadosamente con los hechos, no se pone de manifiesto nada que sea inconsecuente con ella, es decir, si la experiencia no la refuta [*dis*prove], él se contenta; cuando menos hasta que se presente una hipótesis más simple, igualmente consecuente con la experiencia. Si esto es inducción, indudablemente no hay necesidad de los cuatro métodos. Pero suponer que lo es, me parece una con-

nado que Einstein sucediera a Newton. La concepción de Mill de la naturaleza de una teoría científica dependía de su creencia de que la tarea del científico consistía en descubrir "leyes probadas de la naturaleza". De aquí que concluyera: "Parece, entonces, que una de las condiciones de la hipótesis más genuinamente científica es la de que ésta no esté destinada a seguir siendo siempre una hipótesis, sino que sea de tal naturaleza que pueda ser probada o refutada mediante la comparación con los hechos observados." Con la ayuda de la ley de la causación universal y con el supuesto no reconocido de que los constituyentes de los fenómenos naturales son finitos en número y tienen las propiedades formales de las letras del alfabeto, Mill pudo ver en el método de diferencia un "método completo" de establecer proposiciones empíricas verdaderas y universales. Fue en razón de que no se podía contar con el método de concordancia para obtener certidumbre, debido a la posibilidad de una pluralidad de causas, que Mill lo consideró como el menos valioso de los métodos. Por lo tanto, este método debe ser reforzado por la adición de casos negativos. Esto significa que el método de concordancia debe usarse dos veces, o, en otras palabras, que debemos sustituirlo por el método conjunto. Mill vio claramente que el valor superior del método conjunto consiste en el hecho de que los casos negativos nos permiten eliminar causas posibles. Si esta eliminación se lleva lo bastante lejos, sólo quedará *una* causa posible. Es esta consideración la que explica la insistencia de Mill de que los casos negativos deben concordar *solamente* en ausencia de la causa supuesta.[34] Por este medio, Mill supuso que podía evitarse el peligro de una pluralidad de causas. Pero lo más que este método podría establecer sería que *en cierta situación* X es una condición necesaria de E; no podría ser suficiente para mostrar que en otras situaciones E no estaría presente a menos que X lo estuviera. Mill tampoco pudo observar que este resultado se asegura sólo mediante la *combinación* de dos métodos concebidos como completos e independientes.

Ni el principio del método de concordancia ni el principio del método conjunto son tales que el razonamiento de acuerdo con ellos produzca una conclusión cierta. Tampoco el método de diferencia, que es indudablemente el más convincente de los métodos, evita la dificultad de una pluralidad de causas. Es verdad que si en una situa-

cepción radicalmente errónea de la naturaleza de la evidencia de las verdades físicas." (Libro III, capítulo IX, § 6.)

[34] "En el método conjunto, se supone no sólo que los casos en que está *a* concuerdan solamente en que contienen A, sino también que los casos en que no está *a* concuerdan solamente en que no contienen A. Ahora bien, si esto es así, A debe ser no sólo la causa de *a*, sino la única causa posible; pues si hubiese otra, como, por ejemplo, B, entonces en los casos en que no está *a*, B debe haber estado ausente lo mismo que A, y no sería verdad que estos casos concuerdan *solamente* en que no contienen A." (Libro III, capítulo X, § 2.)

ción A B C → X, la eliminación de A es seguida por la eliminación de X, entonces puede afirmarse que en *esta* situación A es la causa de X. Puede haber, sin embargo, otra situación D B C → X tal, que la eliminación de D sea seguida por la eliminación de X, y en ese caso D es la causa de X. La posibilidad de una pluralidad de causas puede evitarse sólo mediante el aumento de la analogía negativa. [35] Así como Mill no logró aprehender la importancia de la hipótesis en la investigación inductiva, tampoco logró aprehender la naturaleza lógica de la analogía. Esta falla es la responsable del carácter incompleto de su análisis del método científico, que le impidió comprender que *ninguno* de sus métodos era completo o convincente.

[35] La suposición de que la pluralidad de causas es sólo *aparente* es la suposición de que una ocurrencia E dada es causada por un conjunto, y sólo por un conjunto, de condiciones que son al mismo tiempo conjuntamente suficientes e independientemente necesarias para su ocurrencia, de modo que si E aparece causado en una ocasión por C_1 y en otra ocasión por C_2, debe de haber un factor o conjunto de factores comunes a C_1 y a C_2. Es dudoso que esta suposición pueda justificarse.

XVIII. DETERMINACIÓN CAUSAL DEDUCTIVA Y ANÁLISIS FUNCIONAL

"Existe una tradición de oposición entre los partidarios de la inducción y los de la deducción. A mi juicio, sería igualmente razonable que los dos extremos de un gusano se pelearan." —A. N. WHITEHEAD.

§ 1. *El análisis de los efectos complejos*

LOS MODOS de la determinación causal examinados en el último capítulo son apropiados a la investigación de la causa de un efecto considerada como un solo factor, por ejemplo: la cuarteadura de un vaso, la aparición de microorganismos en un líquido. Aunque tales efectos pueden ser ulteriormente analizables en sus factores constituyentes, tal análisis no se requiere para el propósito de la investigación dada. Lo que se buscaba era una ocurrencia X relacionada de tal modo con la ocurrencia dada A que, siempre que X ocurría, A ocurría. Tenemos que considerar ahora el caso de los efectos que se reconoce son resultantes de la combinación de dos o más causas. Debemos distinguir entre la *combinación de causas* y la *pluralidad de causas*. Lo segundo, como hemos visto, significa que el *mismo efecto* es en una ocasión el efecto de X_1 y en otra ocasión el efecto de X_2, y así sucesivamente. Cuando dos causas están combinadas, no puede decirse con propiedad que ninguna de ellas sola es *la* causa del efecto dado, puesto que ambas son necesarias para su ocurrencia. El efecto es, pues, complejo. Tales efectos pueden ser de dos clases. Dos causas X, Y pueden combinarse al producir un efecto de tipo similar al efecto que X sola o Y sola habría producido. Por ejemplo, el efecto combinado de colocar una caja de cartón y algunos bombones en el platillo de una balanza es de tipo similar al efecto que produciría la colocación de la caja sola. El efecto combinado de golpear una bola de billar simultáneamente con otras dos bolas es de tipo similar al efecto que se habría producido al golpearla con una sola de ellas. Se dice que tales efectos complejos son *homogéneos*. Mill, que describió tales casos con el nombre de "entremezcla homogénea de efectos", habló de la "composición de las causas". Los fenómenos me-

cánicos constituyen los ejemplos más notables, por ejemplo: el teorema de la adición de velocidades empleado en la mecánica clásica. Así, un hombre que camina dentro de un tren que viaja a 90 kilómetros por hora, recorre una distancia compuesta por su propia velocidad y la del tren. En la segunda clase de casos el efecto combinado no es de tipo similar al efecto de las dos causas cuando obran separadamente. Por ejemplo, la combinación del gas *cloro* y el metal *sodio* es la sal común, o cloruro de sodio. A tal efecto le dio Mill el nombre de "heteropático". Los compuestos químicos constituyen los ejemplos más obvios.

Mill distinguió estrictamente entre los métodos que se requieren para tratar los efectos combinados y para tratar los efectos simples. Supuso que los segundos eran susceptibles de tratamiento por medio de la sola inducción; para los primeros, creía necesario recurrir a la deducción a fin de "desentrañar" su complejidad. Pero concibió erróneamente el papel que desempeñan el razonamiento inductivo y el deductivo, y supuso una distinción absoluta entre los efectos simples y los compuestos, que es en realidad insostenible. La distinción importante entre los efectos homogéneos y los heteropáticos consiste en que los primeros pueden ser deducidos del conocimiento de los efectos separados, mientras que los segundos no. Ningún conocimiento de las propiedades del oxígeno *solamente,* ni de las propiedades del hidrógeno *solamente,* nos permitiría deducir que su combinación *bajo ciertas condiciones* produciría un compuesto químico con las propiedades conocidas como *agua.* Por esta razón tales propiedades reciben a menudo el nombre de *emergentes.* Pero la posibilidad de la deducción en un caso y su imposibilidad en el otro pueden ser tan sólo el resultado de nuestra ignorancia. La falta de claridad del propio Mill en este caso queda mostrada por el hecho de que él habla del oxígeno y del hidrógeno como *la causa* del agua. Pero el oxígeno y el hidrógeno pueden ser mezclados en un recipiente y el compuesto resultante tendrá tanto las propiedades del oxígeno como las del hidrógeno. Para que se produzca agua es necesario que el compuesto sea avivado de un modo u otro. El hecho de que la sustancia química compuesta *agua pura* pueda ser analizada sin residuo en sus dos elementos *oxígeno* e *hidrógeno,* no justifica que digamos que estos dos elementos son *la causa* del agua en ningún sentido corriente de la palabra "causa". El propio Mill reconoció que la relación entre el agua y sus componentes químicos, H_2O, es diferente de la relación, pongamos por caso, entre *recibir un balazo en el corazón* y *morir,* puesto que la primera es una relación recíproca, de modo que, como lo expresa Mill, el efecto y su causa son "mutuamente convertibles entre sí". [1]

Ahora tenemos que considerar la investigación de una situación compleja cuyo análisis ha sido llevado ya tan lejos que sabemos que ciertos factores en la ocurrencia-causal determinan ciertos factores

[1] *Logic,* libro III, capítulo X, § 4.

en la ocurrencia-efecto. Dado que en tal situación descubrimos un factor residual en la ocurrencia-efecto, buscamos su causa; si el factor residual está en la ocurrencia-causal, buscamos su efecto. Un "factor residual" es un factor que todavía no se ha tomado en cuenta en una situación que es bastante bien comprendida. Herschel expresó con mucha claridad este modo de procedimiento y su importancia en el descubrimiento científico:

"Los fenómenos complicados, en los que operan al mismo tiempo varias causas que concurren, se oponen o son completamente independientes entre sí, de tal manera que se produzca un efecto compuesto, pueden simplificarse mediante la sustracción del efecto de todas las causas conocidas hasta donde lo permita la naturaleza del caso, ya sea por medio del razonamiento deductivo o recurriendo a la experiencia, y dejando, por decirlo así, un *fenómeno residual* que queda por explicar. Principalmente por medio de este proceso, en realidad, la ciencia adelanta en su actual estado avanzado. La mayor parte de los fenómenos que la naturaleza presenta son muy complicados; y cuando los efectos de todas las causas conocidas se estiman con exactitud y se sustraen los hechos residuales aparecen constantemente en forma de fenómenos completamente nuevos y que conducen a las más importantes conclusiones." [2]

El ejemplo más famoso y más sencillo de este modo de determinación causal lo constituye el descubrimiento del planeta Neptuno como la causa de un factor residual inexplicado en la órbita de Urano. El planeta *Urano* había sido descubierto por Herschel en 1781. Posteriormente se encontró que *Urano* en realidad había sido observado antes, pero se le había tomado erróneamente por una estrella. Por referencia a estas observaciones anteriores fue posible determinar su órbita, aunque su periodo de revolución es de ochenta y cuatro años. Pero la órbita calculada no concordaba con las posiciones observadas. Debe advertirse que la órbita de un planeta está determinada por los demás cuerpos en el sistema solar. Newton había mostrado, dados esos cuerpos y sus posiciones y movimientos en cualquier momento, cómo deducir por medio del cálculo matemático sus posiciones y movimientos en cualquier otro momento. Cuando se la calculaba así, los factores conocidos no podían explicar la órbita de *Urano*. Así, pues, para decirlo en palabras de Sir Robert Ball, "resultaba perfectamente obvio que debía de haber alguna otra influencia en operación además de la que se podía atribuir a los planetas ya conocidos". Añade Ball: "Los astrónomos sólo podían reconocer una solución de tal dificultad." Debía de haber algún otro planeta. Era claro que tal planeta no era visible a simple vista, pero podría serlo a través de un telescopio potente. La dificultad

[2] *Natural philosophy*, § 158.

consistía en saber en qué región del cielo se le debía buscar.[3] El astrónomo francés Le Verrier, después de muchos intentos, afirmó que, "suponiendo cierto tamaño, forma y posición para la órbita del planeta desconocido, y cierto valor para la masa del cuerpo hipotético, sería posible explicar las perturbaciones observadas de Urano". Así pudo señalar la región del cielo a la que debería ser dirigido el telescopio. Hecho esto, se descubrió el planeta y subsecuentemente se le llamó Neptuno.[4]

Un análisis de este descubrimiento pone de manifiesto varios puntos de importancia metodológica. Representando la órbita de Urano como el efecto complejo *a, b, c, d, e,* entonces el efecto de los cuerpos conocidos en el sistema solar —sol, planetas, satélites— puede ser representado por *a, b, c, d,* dejando a *e* como un efecto residual inexplicado. Puesto que *a b c d e* es una función de las causas conocidas y alguna causa desconocida, es posible determinar la causa desconocida substrayendo los factores causales conocidos. Es claro que tal procedimiento es esencialmente deductivo; no entraña ninguna generalización de casos, sino que es totalmente un cálculo matemático una vez que la hipótesis, *la discrepancia se debe a un planeta desconocido,* ha sido formulada. Nada justifica la inclusión, por parte de Mill, de tal proceso de razonamiento deductivo entre sus "métodos inductivos". El llamado "método de residuos" es un proceso de conjeturar una causa a partir del examen de una situación que contiene un solo fenómeno residual inexplicado. Tal como lo enuncia Mill, este método entraña una aplicación del principio de diferencia *del* efecto *a* la causa. Así, dado que sepamos que el efecto A es explicado por X, y que X tiene su efecto pleno en A, entonces, si A ocurre en conjunción con B, se desprende del principio de diferencia que algo distinto de X es la causa de B.

No debe suponerse que este método esté confinado a la región del cálculo matemático. Está ejemplificado en el descubrimiento de la causa de cualquier fenómeno residual. Por ejemplo, "Arago, habiendo suspendido una aguja magnética de una hebra de hilo y habiéndola puesto a vibrar, observó que quedaba en reposo mucho antes cuando se la suspendía sobre un plato de cobre que cuando no había tal plato debajo de ella." Este efecto podría haberse debido

[3] Vale la pena comentar que el error en la órbita de Urano nunca excedió de 2', una distancia imperceptible a simple vista, de modo que si las dos estrellas estuviesen la una junto a la otra en el cielo, una en la posición verdadera y la otra en la posición calculada, parecerían ser una sola.

[4] Las citas están tomadas de Sir ROBERT BALL, *Great Astronomers* (sección referente a Le Verrier). El astrónomo inglés Adams también calculó la posición de Neptuno, pero los astrónomos ingleses no lo buscaron telescópicamente sino después que fue localizado por el doctor Galle, de Berlín, quien se guió por la computación de Le Verrier. No podemos dar aquí una descripción completa de este notable descubrimiento, que ha sido tratado de manera cabal en muchas obras populares sobre astronomía.

a la resistencia del aire y a la naturaleza de la hebra; pero "conociéndose exactamente el efecto de estas causas por medio de la observación hecha en ausencia del cobre, y siendo así admitido y substraído, un fenómeno *residual* apareció en el hecho de que una influencia retardataria era ejercida por el cobre mismo". [5] Este descubrimiento lo ofrece Herschel como un ejemplo del método de residuos. Es obvio en este caso que la inducción consiste en una aplicación del principio de diferencia. No parece haber, ciertamente, ninguna justificación para distinguir el "método de residuos" del procedimiento del método hipotético. El elemento de hipótesis es *menos obvio* en tales casos que en el caso de una investigación experimental como la de Pasteur, que examinamos en el capítulo anterior, pero con todo no deja de estar presente. La diferencia entre estos dos casos se debe totalmente al hecho de que la investigación de los fenómenos residuales no puede tener lugar hasta que la situación en su conjunto haya sido cabalmente analizada. La formulación de Mill del canon del "método de residuos" pone esto de manifiesto con gran claridad: "Substráigase de cualquier fenómeno aquella parte de la que se sabe, por medio de inducciones previas, que es el efecto de ciertos antecedentes, y el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes." Aquí se supone que los antecedentes restantes son conocidos. En el caso del descubrimiento de Neptuno, se conjeturó que el "antecedente restante" era de la clase con que estaban familiarizados los astrónomos; en el caso del experimento de Arago, el "antecedente restante" era un factor observado.

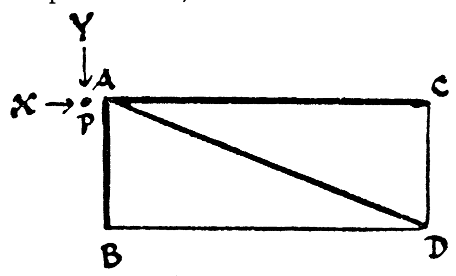
El descubrimiento del efecto compuesto de las causas que operan conjuntamente, no es diferente en lo fundamental. Si se sabe que una caja de cartón pesa 300 gramos y una cantidad de bombones dentro de ella pesa 1 kilogramo, entonces el efecto compuesto de estas dos cantidades es 1,300 gramos. A la inversa, dado que el peso total sea de 1,300 gramos y sabiéndose que la caja pesa 300 gramos, entonces el peso del chocolate puede deducirse por substracción. Mill, sin embargo, distingue estos dos procesos, limitando el segundo al "método de residuos" y el primero a un método especial que él llama "el método deductivo". Dice Mill: "El problema del método deductivo consiste en encontrar la ley de un efecto a partir de las leyes de las diferentes tendencias de las cuales es el resultado conjunto." [6] Él divide el método en tres pasos: (1) determinación de las leyes de las varias causas; (2) computación de su efecto conjunto; (3) verificación de la computación por medio del recurso a la experiencia. Es claro que el descubrimiento de la órbita de Urano podría haber seguido este método si se hubiesen conocido todas las causas operantes. Sin embargo, puesto que la órbita había sido calculada a partir de observaciones, el segundo paso se dio antes de que

[5] HERSCHEL, *Natural philosophy*.

[6] *Op. cit.*, libro III, capítulo XI, § 1.

todas las causas hubiesen sido determinadas. En consecuencia, se requería un paso preliminar, a saber, la conjeturación de una causa desconocida. Un ejemplo que se da frecuentemente para ilustrar el método deductivo de Mill pone de manifiesto con mucha claridad su relación con el método de residuos, a saber, *el paralelogramo de fuerzas*. Éste puede enunciarse de la siguiente manera:

Dada una fuerza X capaz de llevar una partícula P de A a C, y una fuerza Y capaz de llevar a P de A a B; el problema es computar el efecto conjunto de X e Y sobre P. Es claro que el efecto es un efecto homogéneo compuesto, y que, en consecuencia, *siempre y cuando no intervengan otras fuerzas*, el resultado final será el mismo, independientemente de que X e Y operen sucesiva o simultáneamente. La solución es simple. Está dada en el diagrama, y el razonamiento podemos dejarlo a la inteligencia del lector.



Debe observarse que, *dado el efecto conjunto* AD *y el efecto de* Y, a saber, AB, entonces la causa del efecto residual, o sea, la diferencia entre AD y AB, puede deducirse, o sea, AC, como el efecto del X desconocido; *dados los efectos separados* AB, AC, entonces el efecto conjunto AD puede deducirse. En ambos casos el proceso lógico es deductivo. El primer caso es un ejemplo de la misma clase, precisamente, que el ejemplo del descubrimiento de Neptuno; difieren sólo en su complejidad. Si las fuerzas X, Y son iguales y opuestas en dirección, entonces su operación simultánea sobre P tendría como resultado el equilibrio de P. En tal caso, se dice que X es contrarrestada por Y. La opocisión, sin embargo, es un sólo modo de combinación que tiene por resultado, en este caso, el mantenimiento del equilibrio. Al ocuparnos de la combinación de causas, es importante tomar en cuenta todas las circunstancias. Por ejemplo, si a un tanque se le pusieran dos espitas, podría suponerse que el efecto de abrir ambas a la vez equivaldría a la suma de sus efectos separados. Éste no sería el caso si ambas espitas se surtieran de la misma fuente, de modo que cuando ambas estuviesen abiertas el agua fluyera más lentamente por los tubos. Mill insistió correctamente en que los que él llamaba las "leyes de las causas separadas" debían ser expresadas como "tendencias", puesto que cualquier ley está expuesta a ser contrarrestada. La noción de oposición es una supervivencia de la concepción activista de la causación. X *contraría* a Y

cuando Y es lo que queríamos o esperábamos producir; toda ley causal tiene su efecto pleno independientemente de que esté aislada de otras leyes causales o combinada con ellas.[7] Las leyes causales son afirmaciones de uniformidades; no hay excepciones a tales uniformidades, pero un error en la afirmación de la uniformidad puede conducir a la frustración de lo que esperábamos.

Las tendencias separadas de las causas combinadas sólo pueden distinguirse algunas veces en el pensamiento. Por ejemplo, el movimiento de una bala de cañón puede analizarse como el efecto conjunto de una tendencia a viajar en línea recta en la dirección de su descarga y una tendencia a caer a tierra en línea recta. Tal análisis teórico se conoce como la *resolución* del efecto total en sus componentes. A veces las tendencias separadas pueden aislarse, por ejemplo: una pluma puede dejarse caer en el aire, después en un vacío. En este caso tenemos la eliminación física de la causa contrarrestante. En el último capítulo vimos qué papel tan importante desempeña la eliminación en los modos de la determinación causal.

§ 2. *Variación concomitante y análisis cuantitativo*

El pensamiento claro sale ganando considerablemente cuando conocemos no sólo tales uniformidades causales como las de que los cuerpos pesados caen a tierra, que algunos gases se elevan, que el agua sube en una bomba, que los planetas se mueven en órbitas elípticas, sino también que estas uniformidades pueden ser deducidas de una generalización más amplia, o, en otras palabras, que pueden ser conectadas dentro de un sistema. Las uniformidades tales como *los cuerpos pesados caen a tierra* pueden ser llamadas cualitativas. *La pesantez, el caer a tierra* son cualidades perceptibles. Es la conexión uniforme entre tales cualidades perceptibles lo que resulta más interesante para el hombre ordinario. Pero la conexión entre las cualidades no es inteligible; puede ser *observada*, pero no *deducida*. Hay una inmensa variedad de cualidades perceptibles exhibidas en los objetos físicos tales como las casas, los árboles, la tierra, el agua, el aire, el hielo. Estos objetos físicos varían con el tiempo; su posición, temperatura, color, forma y tamaño cambian. ¿Cómo hemos de descubrir las leyes que conectan estos cambios? Hay suficiente orden en la variación de los cambios perceptibles para llevarnos a buscar un orden que no sea aparente y que, sin embargo, pueda ser la base del orden observado. Si a esta compleja variedad de cualidades cambiantes pudiera considerársela regularmente conectada con una organización cuantitativa de una unidad no variante, entonces podríamos descubrir leyes comparativamente simples que sustentaran la complejidad observable. Los científicos han supuesto que tal es, en realidad, el caso. Han dado con un principio que el profesor

[7] *Cf.* Mill, capítulo x, § 5.

Whitehead llama el principio de convergencia en la simplicidad con disminución de la extensión.[8] Tómese, por ejemplo, el conjunto de cualidades perceptibles que presenta *la carne cuando está cruda, ligeramente cocinada, demasiado cocinada, carbonizada.* Se plantean dos interrogantes: ¿cómo están relacionados estos cambios perceptibles?, ¿cuándo deja *esta carne* de ser "carne"? La primera de estas interrogantes es la que interesa al método científico. Las relaciones entre la *carne cruda* y la *carbonizada* son inmensamente complejas. En el nivel del sentido común explicaremos el cambio observado señalando el hecho de que la carne se ha mantenido durante algún tiempo dentro de un horno caliente. "Si se la hubiese sacado antes —diremos—, habría estado bien cocinada." Tal conclusión se alcanzaría por medio de aplicaciones de los principios de concordancia y diferencia. Siguiendo tal línea de investigación no podríamos llevar más adelante el análisis de estos cambios. El científico, asimismo, explica el cambio de *carne cruda* a *carbón* haciendo referencia a lo que ha sucedido en el intervalo. Pero él divide el intervalo en periodos más y más cortos entre dos cualesquiera de los cuales la variación cualitativa es pequeña. Más aún, él no toma *este pedazo de carne* como la unidad de su investigación; la divide en componentes más y más pequeños hasta llegar a unidades que son exactamente iguales y, por lo tanto, comparables en lo que respecta a sus variaciones cuantitativas. El pedazo de carne puede cortarse en tajadas más y más pequeñas, cada una de las cuales sería reconocible como un *pedazo de carne.* Si este pedazo fuera subdividido más aún por medios químicos, se descompondría en sus constituyentes químicos: proteínas, carbohidratos, grasas, agua, sales. Si éstos fuesen subdivididos a su vez, sus componentes serían un átomo de carbono, un átomo de hidrógeno, etcétera. Estos átomos pueden ser subdivididos a su vez en electrones y protones. Ahora bien, un átomo de hidrógeno es cualitativamente diferente de un átomo de carbono, pero los electrones y protones de los cuales ambos están compuestos, son los mismos independientemente de que sean componentes del átomo de hidrógeno o del átomo de carbono. La diferencia cualitativa se debe a la organización de estos electrones en un cierto patrón. Aquí, entonces, el científico parece haber llegado a unidades que son espacio-temporalmente homogéneas, cuya organización en diferentes patrones puede ser enunciada en leyes fundamentales simples. Mediante la subdivisión de la ocurrencia total *carne cruda que se quema hasta carbonizarse* en unidades menores temporal y espacialmente, el científico puede conectar estos cambios en una forma inteligible. Así, cualquier ocurrencia compleja puede considerarse analizable en una organización de unidades homogéneas, las leyes de cuyo comportamiento pueden expresarse cuantitativamente. De tal suerte, la complejidad ingobernable de los objetos perceptibles queda reducida a leyes simples.

[8] Véase *The aims of education,* p. 191.

No es difícil advertir que cuando se ha alcanzado esta etapa la noción de causa del sentido común deja de tener aplicación. La causa y el efecto mismos vienen a ser aprehendidos como constantemente cambiantes; las leyes causales son reemplazadas por funciones matemáticas que expresan tendencias.[9] Las leyes científicas así expresadas son muy diferentes de las uniformidades causales del conocimiento del sentido común y de la ciencia primitiva. La generalización de que los cuerpos pesados caen a tierra parece ser muy diferente de la afirmación de que toda partícula de materia atrae a toda otra partícula con una fuerza directamente proporcional a su masa e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia. Con todo, a la segunda afirmación se llega llevando más adelante el método analítico empleado en el descubrimiento de uniformidades cualitativas y aplicándolo más precisa y sistemáticamente de acuerdo con el principio de convergencia en la simplicidad con disminución de la extensión. Por este medio, el análisis del sentido común es reemplazado por el análisis funcional.

Los ejemplos más simples del análisis funcional pueden expresarse de conformidad con el canon de Mill del método de variaciones concomitantes.[10] Puede que en la investigación experimental de Pasteur que examinamos en el capítulo anterior se haya hecho una aplicación aproximativa del canon. Mientras más puro era el aire que él admitía en los líquidos esterilizados, menos eran los microorganismos encontrados en los líquidos. Pero resulta claro que la variación no era susceptible de expresión precisa. Sería necesario, en primer lugar, que se hubiese determinado la cantidad exacta de polvo por pie cúbico de la atmósfera en cada lugar; y, en segundo lugar, que hubiese habido una correlación exacta entre la cantidad de polvo introducida en los líquidos y el número de microorganismos desarrollados en los líquidos. Es improbable que estas condiciones hayan sido satisfechas. Tampoco era ello necesario para el propósito de la investigación de Pasteur; éste buscaba una *causa,* no una *correlación funcional.* En la utilización más precisa del método, la noción de dependencia funcional reemplaza la noción de conexión causal. Es esta noción la que debemos examinar ahora.

Se dice que X es una función de Y cuando la variación en X está correlacionada con la variación en Y de acuerdo con una regla. Es decir, que X e Y son variables que pueden asumir diferentes valores. Se dice que X es la variable independiente, puesto que el cambio en X determina el cambio en Y; la segunda, en consecuencia, se llama la variable dependiente. Por ejemplo, la longitud de la circunferencia de un círculo es una función de su radio; la expansión del mercurio es una función de su temperatura; el área de un

[9] Por lo tanto, las leyes de la física de campo son expresables en ecuaciones diferenciales. Deliberadamente pasamos por alto la consideración de los fenómenos cuánticos. *Cf.* B. RUSSELL, *Analysis of matter,* capítulo XI.

[10] *Op. cit.,* capítulo VIII.

triángulo es una función de su base y su altura. En el último ejemplo hay dos variables independientes, la base y la altura, cuyos valores deben ser determinados a fin de que el valor de la variable dependiente, el área, pueda ser determinado. El impuesto sobre ingresos que un hombre tiene que pagar es una función de la cantidad de sus ingresos. No es, sin embargo, una función continua, puesto que está sujeta a saltos. Ello no obstante, la cantidad de impuestos pagaderos está correlacionada, de acuerdo con una regla, con la cantidad de los ingresos. Esta noción de la dependencia funcional es, pues, una noción con la que estamos perfectamente familiarizados. Pero no podemos usarla con precisión mientras los valores para las variables no sean determinados con precisión y puedan ser enunciados en términos de una unidad repetible. Debemos poder reemplazar tales concepciones cualitativas como *pesado, más caliente,* por unidades exactamente determinadas que nos permitan decir *cuánto peso, cuánto calor,* etcétera. Debemos poder expresar las relaciones entre el hielo, el agua, el vapor en afirmaciones que no entrañen referencia alguna a las propiedades cualitativas de estas diferentes sustancias. La uniformidad cualitativa *Los cuerpos pesados caen a tierra* es defectuosa para los propósitos de la ciencia en dos aspectos: está expresada en términos de la vaga noción *pesantez,* y la conexión entre *pesantez* y *caer a tierra* queda sin explicar. Este énfasis en los aspectos cualitativos condujo a la creencia de que los cuerpos pesados caen *naturalmente* y los cuerpos livianos se elevan *naturalmente,* de modo que se creía que los cuerpos pesados caen más rápidamente que los más livianos. Esta creencia se explicaba a base del supuesto de que el lugar natural de una piedra, por ejemplo, era la tierra; por lo tanto, una piedra sostenida en la mano caerá a su lugar natural cuando se la suelte y con mayor rapidez mientras más pese. Todos sabemos que esta creencia es errónea. Tiene a su favor cierta evidencia empírica, puesto que un cuerpo A que sea abultado y más liviano que B, ofrecerá menos resistencia al aire y, en consecuencia, caerá más lentamente que B. Así, por ejemplo, si una hoja de papel y una moneda se dejan caer desde la misma altura, la moneda llegará primero al suelo. Sin embargo, si Aristóteles y sus seguidores hubiesen intentado determinar *cuán* rápidamente caen los cuerpos, habrían descubierto su error.

Vale la pena considerar un poco más detenidamente qué entrañó el avance de la uniformidad cualitativa a la afirmación funcional que expresa la ley de los cuerpos que caen libremente.[11] Galileo comenzó por descubrir una contradicción en la teoría aristotélica. Tomándose dos cuerpos de diferente peso, entonces, si los cuerpos caen en proporción a su peso, puede mostrarse que el cuerpo más pesado caerá más lentamente que el más liviano. Es decir, que la teoría se contradice. Puede considerarse que el cuerpo más pesado está formado por varios cuerpos A_1, A_2, A_3, A_4, de los cuales A_1 A_2

[11] *Cf.* capítulo XVI, p. 350 del presente libro.

A_3 son, juntos, iguales en peso al cuerpo más liviano B. Puesto que A_1, A_2, A_3 son iguales en peso a B, caerán a la misma velocidad que B, pero A_4 caerá más lentamente. Por lo tanto, el cuerpo compuesto por A_1 A_2 A_3 A_4 caerá más lentamente que B, puesto que A_4 retardará el movimiento. Esto es una contradicción.[12] En consecuen-

[12] La descripción que hace Galileo de su propio pensamiento es tan admirablemente clara y constituye un ejemplo tan excelente del método, que vale la pena transcribirlo íntegramente:

"*Salv.* [o sea, Galileo]. Es posible probar claramente, por medio de un argumento breve y concluyente, que un cuerpo más pesado no se mueve más rápidamente que uno más liviano, siempre y cuando que ambos cuerpos sean del mismo material y semejantes, en suma, a los que menciona Aristóteles. Pero dime, Simplicio, si admites que cada cuerpo que cae adquiere una velocidad definida fijada por la naturaleza, una velocidad que no puede ser aumentada o disminuida excepto mediante el uso de la fuerza o la resistencia.

"*Simp.* [o sea, el aristotélico]. No puede haber duda de que uno y el mismo cuerpo que se mueve en un solo medio tiene una velocidad fija determinada por la naturaleza y la cual no puede ser aumentada, excepto mediante la adición de momentum [impeto] o disminuida excepto por medio de alguna resistencia que la retarde.

"*Salv.* Entonces, si tomamos dos cuerpos cuyas velocidades naturales son diferentes, resulta claro que, al unir los dos, el más rápido será parcialmente retardado por el más lento, y el más lento será apresurado en cierta medida por el más veloz. ¿No estás de acuerdo con esta opinión?

"*Simp.* Indudablemente tienes razón.

"*Salv.* Pero si esto es verdad, y si una piedra más grande se mueve a una velocidad de, digamos, ocho, mientras que una más pequeña se mueve a una velocidad de cuatro, entonces, cuando están unidas, el sistema se moverá a una velocidad menor de ocho; pero cuando las dos piedras se amarran juntas, forman una piedra más grande que aquella que anteriormente se movió a una velocidad de ocho. Por lo tanto, el cuerpo más pesado se mueve a menor velocidad que el más liviano, lo cual es contrario a tu suposición. Así ves cómo, partiendo de tu suposición de que el cuerpo más pesado se mueve más rápidamente que el más liviano, yo infiero que el cuerpo más pesado se mueve más lentamente.

"*Simp.* Estoy todo perplejo, porque me parece que la piedra más pequeña, cuando es añadida a la más grande, aumenta su peso, y no veo cómo al ganar peso pueda dejar de aumentar su velocidad o, cuando menos, no la disminuya.

"*Salv.* Una vez más estás en un error, Simplicio, porque no es verdad que la piedra más pequeña añada peso a la más grande.

"*Simp.* Esto es totalmente incomprensible para mí.

"*Salv.* No lo será una vez que te haya mostrado el error bajo el que estás trabajando. Advierte que es necesario distinguir entre los cuerpos pesados en movimiento y los mismos cuerpos en reposo. Una piedra grande, colocada en una balanza, no sólo adquiere peso adicional cuando se le pone otra piedra encima, sino que incluso con la adición de un puñado de cáñamo su peso aumenta de seis a diez onzas, según la cantidad de cáñamo. Pero si amarras el cáñamo a la piedra y los dejas caer libremente desde cierta altura, ¿crees

cia, Galileo recurrió al experimento. Todos conocemos la famosa anécdota de cómo Galileo dejó caer desde la Torre de Pisa dos balas de cañón, una de las cuales pesaba 100 libras y la otra 1 libra, las cuales llegaron a tierra al mismo tiempo aproximadamente. Pero, como vimos en el capítulo XVI, Galileo no se contentó con refutar la teoría aristotélica; se propuso determinar la *proporción de la velocidad de la caída*. Se sabía ya que la velocidad de un cuerpo que cae aumenta. Galileo supuso primero que la velocidad era proporcional a la distancia de la caída, es decir, que la velocidad de un cuerpo que hubiese caído desde dos pies sería el doble de la velocidad de un cuerpo que hubiese caído desde un pie. Pero encontró una contradicción en esta hipótesis. Supuso entonces que la aceleración era proporcional al tiempo consumido, es decir, que un cuerpo que cae gana iguales incrementos de velocidad en iguales incrementos de tiempo. Galileo no pudo someter a prueba esta suposición por medio de experimentos con cuerpos que cayeran libremente, pues la caída es demasiado rápida (más de 60 pies en dos segundos). Él no tenía reloj. Podía, sin embargo, retardar el movimiento lo suficiente para medir con exactitud haciendo rodar bolas por canales en un plano inclinado. Él sabía exactamente lo que había de esperar, puesto que, por razonamiento previo, había determinado ya el principio de independencia de los movimientos y el principio de aceleración uniforme para un cuerpo que cae. Vio que *la forma de la ley* no sería modificada en el caso de bolas que rodaran por un plano inclinado, y que mediante la variación del ángulo de inclinación sería posible exhibir el caso especial de 90° como el límite del problema general. De esta manera pudo mostrar que los hechos experimentales concordaban con su deducción de que la distancia era proporcional al *cuadrado del tiempo* consumido. Partiendo de esto pudo mostrar que la velocidad de un cuerpo que cae es proporcional al tiempo que ha estado cayendo desde su reposo.[13] El desarrollo ulterior de este resultado condujo a Galileo a la conclu-

que el cáñamo empujará a la piedra hacia abajo, acelerando así su movimiento, o crees que el movimiento será retardado por una presión parcial hacia arriba? Uno siempre siente la presión sobre sus hombros cuando impide el movimiento de una carga que descansa en uno; pero si uno desciende tan rápidamente como la carga misma descendería, ¿cómo puede ella gravitar o ejercer presión sobre uno? ¿No ves que esto sería lo mismo que tratar de herir a un hombre con una lanza cuando él corre alejándose de ti a una velocidad igual, o acaso mayor, que la velocidad a la que tú lo sigues? Debes concluir, por lo tanto, que durante una caída libre y natural, la piedra pequeña no empuja hacia abajo a la más grande, y, por lo tanto, no aumenta su peso como cuando está en reposo."

(*Dialogues concerning the Two New Sciences*, pp. 62-64.)

[13] Velocidad es unidades de espacio recorridas en unidad de tiempo. La ley de los cuerpos que caen libremente se expresa ahora en la fórmula $s = {}^1/_2\, gt^2$. Galileo utilizó métodos geométricos innecesariamente complicados.

sión de que si un cuerpo que cae es súbitamente detenido en cualquier punto y proyectado hacia arriba con su velocidad en ese punto, se elevará hasta el nivel desde el cual cayó. Galileo pudo entonces deducir que, no importa cuál fuere el ángulo de descenso, la velocidad será la misma a cualquier nivel paralelo a la superficie de la tierra. Estas deducciones matemáticas condujeron, pues, al descubrimiento de la primera ley del movimiento, y, así, a la refutación de la clasificación aristotélica de los movimientos en *movimientos naturales* y *movimientos violentos.* De tal suerte, Galileo introdujo la importante concepción de la *inercia,* y así, por medio de sus principios dinámicos, preparó el camino para la enunciación explícita newtoniana de las tres leyes del movimiento y de la ley de la gravitación.

Debe observarse que el método de Galileo consistía en formular primero hipótesis provisionales a partir de las cuales él razonaba deductivamente a fin de determinar si ellas conducían a conclusiones contradictorias, y luego en mostrar que los hechos experimentales guardaban conformidad con ellas.[14] Éste es el método de la investigación científica exacta. La formulación de la hipótesis en términos funcionales precisos hace posibles deducciones ulteriores respecto a lo que sucederá en casos más complicados. Si las pruebas no confirman estas deducciones ulteriores, puede ser que la hipótesis necesite ser reformulada. De este modo, los hechos son coordinados en un sistema susceptible de desarrollo funcional. La afirmación de uniformidades cualitativas es reemplazada y superada por la correspondencia funcional de las unidades cuantitativas.

§ 3. *La correlación y el uso de los métodos estadísticos*

En el párrafo anterior nos ocupamos del avance producido en la ciencia mediante la sustitución del análisis cualitativo por el cuantitativo. Por medio de tal análisis podemos emplear la noción de la correspondencia funcional entre dos o más factores. Podemos así afirmar su relación exacta. Cuando una variación en X determina una variación exacta en Y, hay una dependencia funcional de Y respecto de X. Así vimos que la proporción de la velocidad de la caída de un cuerpo que cae libremente es una función exacta del tiempo que lleva cayendo desde su punto de reposo. En otras palabras, su aceleración es constante. Dado un valor del tiempo variable, podemos determinar con precisión un valor correspondiente de la velocidad variable. Esta correspondencia funcional reemplaza, como ya hemos visto, la noción menos precisa de una conexión causal. La noción de dependencia funcional es de suma importancia en las matemáticas. De su utilización depende, en grado muy con-

[14] *Cf.*, pp. 346 y 551 del presente libro.

siderable, el avance rápido de las ciencias físicas. Puede decirse que todo problema científico entraña un intento de determinar la relación entre las variables. Una variable, se recordará, representa uno cualquiera de un conjunto de valores. La afirmación precisa de una relación funcional entre variables presupone que los valores para las variables han sido medidos en términos de alguna unidad de medición. Las ciencias físicas tienen que ver, en gran parte, con la medición, de suerte que estas ciencias pueden emplear el método del análisis funcional. En consecuencia, las leyes físicas son exactas e invariables.

Ahora tenemos que indagar si este método sumamente fructífero del análisis funcional puede emplearse al tratar ocurrencias que usualmente, pero no siempre, están conectadas. En las ciencias biológicas y sociales tenemos que ver con factores cuya correlación no es perfecta. Por ejemplo, no hay una relación constante entre la estatura de un hombre y su peso, o entre sus ingresos y el alquiler que paga por la casa en que vive; no hay una relación constante entre la inteligencia y la edad de los niños; no hay una relación constante entre el mes del año y la precipitación pluvial ocurrida en ese mes en algún lugar, Londres por ejemplo. Por lo general, mientras más alta es una persona mayor es su peso; pero hay gente de baja estatura y gruesa, y gente alta y delgada. Es probable que un hombre muy rico tenga una casa más grande y pague más alquiler por ella que un hombre comparativamente pobre, pero la variación en la cantidad de los ingresos no corresponderá exactamente a la variación en el tamaño y el alquiler de la casa ocupada. Asimismo, una casa en el condado de Donegal probablemente pagará un alquiler más reducido que una casa de similar tamaño y comodidades en Sussex, y una casa en la aldea de Midhurst pagará menos que una en la ciudad de Brighton. Al usar la expresión "probablemente pagará", estamos sugiriendo que existe alguna correlación entre la localidad de una casa y su alquiler, pero que tal correlación no es exacta. Son muchos los factores que contribuyen a determinar el alquiler de una casa dada. Ahora bien, pudiera ser que el economista quisiera determinar la relación entre la densidad de población y el alquiler urbano. Al estudiar este problema, no podrá trabajar de la misma manera que el físico. No podrá aislar los factores pertinentes de los impertinentes; ni siquiera podrá determinar con precisión qué factores son impertinentes. No podrá eliminar físicamente un factor y luego observar qué sucede. El físico, sin embargo, puede excluir, en un grado muy considerable, aquellos factores cuyo efecto no le interesa por el momento. Así puede realizar experimentos controlados y repetibles, como lo hizo Galileo en el caso de las bolas en descenso por un plano inclinado. El economista tiene que tratar una situación complicada. Reconocerá la pertinencia de factores tales como la respetabilidad del distrito, las facilidades de transporte, la cantidad de espacios abiertos en el vecindario, la elevación del

terreno, el número de personas que desean vivir en el distrito. Debe, por lo tanto, obtener informes de diferentes distritos urbanos con diferentes densidades de población a fin de determinar si existe algún grado de correlación entre estos dos factores. Los métodos que han sido elaborados para tratar tales problemas son los métodos estadísticos. [15] Por medio de estos métodos es posible tratar situaciones complejas que son susceptibles de ser divididas en factores distintos entre los cuales no pueden determinarse conexiones uniformes, y las variaciones entre características cuya relación no es perfecta.

Ocurrencias que a primera vista parecerían estar desconectadas, podrían revelar cierto grado de relación, mientras que otras de las que se habría podido esperar que variaran juntas, podrían ser tan sólo levemente dependientes entre sí. Así, por ejemplo, podríamos querer determinar si hay algún grado aparente de correspondencia entre el número de matrimonios en una sociedad y el monto de la cosecha. Tal investigación debe estudiar estos dos datos a lo largo de un periodo de años. La recolección de datos estadísticos en tales problemas es, con frecuencia, sumamente laboriosa. Además, es necesario elaborar métodos por medio de los cuales puedan ser correlacionados los dos datos.

Ahora debemos considerar muy brevemente la naturaleza de la investigación cuantitativa de los datos que se requieren para los métodos de correlación. Bastará con la consideración de un ejemplo sumamente sencillo. Supóngase que un padre recibe las calificaciones de su hija durante su primer semestre escolar. Las calificaciones corresponden a los exámenes semestrales. Si ella obtuvo 65 por ciento en *Historia,* ¿cómo ha de saber el padre si tal calificación es *buena* o no? Necesitará saber su relación con las calificaciones obtenidas por otras niñas en la misma clase. Si se le dice que 65 por ciento es una calificación media, probablemente quedará satisfecho; pensará que conoce la capacidad de su hija en relación con el resto de su clase. La concepción de un promedio nos es bien conocida. Así, hablamos de la precipitación pluvial media de un distrito. Decimos que el clima de un país es el promedio de su estado del tiempo. Hablamos del número medio de pasajeros que transporta *per diem* el Ferrocarril Metropolitano. Ahora tenemos que considerar qué es exactamente un promedio y cuál es su uso en la investigación estadística. Será mejor comenzar con un ejemplo.

Tómese el siguiente conjunto de calificaciones obtenidas por diez alumnos en una prueba escolar: 66, 44, 55, 20, 36, 52, 51, 62, 22, 30.

[15] Los métodos estadísticos desempeñan un papel tan importante en las investigaciones de las ciencias sociales, que no es deseable omitirlos totalmente en un examen del método científico. Pero no es posible discutir estos métodos detalladamente en un libro como éste. Sólo intentaré indicar la naturaleza lógica de los métodos estadísticos y de ilustrar su empleo. El estudiante debe consultar algunos de los muchos manuales excelentes sobre métodos estadísticos que ofrecemos en la bibliografía.

El promedio se determina sumando todas las calificaciones y dividiendo el total entre el número de calificaciones separadas. La calificación media es, pues, 43.8. Este promedio se conoce como la *media*. Hay otras formas de promedio, que consideraremos dentro de un momento. Debe observarse que, en este caso, ningún número en el conjunto coincide con la calificación media. Éste es usualmente el caso. El que haya o no haya un número que sea el número medio carece de importancia. Un promedio es un solo número que representa todo un conjunto de números. Lo que representa es la *tendencia central* del conjunto. Si las calificaciones hubiesen sido 71, 42, 36, 58, 41, 50, 57, 12, 18, 53, la calificación media también habría sido 43.8. Pero los dos conjuntos de calificaciones difieren respecto al número de calificaciones que están por encima y por debajo del promedio. Además, la diferencia entre la calificación más alta y la más baja es mayor en el segundo caso que en el primero. Las calificaciones bajas hacen bajar el promedio. Esta metáfora es instructiva. Supongamos que tuviéramos una regla de medir y pesos que representaran el número de cifras en un intervalo dado colocado adecuadamente en la regla (por ejemplo, los tres datos entre 50 y 59 colocados en la marca 50 como el peso 3), entonces el punto de balance de la regla estaría en la media. La calificación más baja sería la más alejada del fulcro en un lado, y la calificación más alta sería la más alejada del fulcro en el otro lado. Mientras más alejado del fulcro esté un peso del mismo tamaño, más levanta la balanza. Este ejemplo puede mostrar cómo es que una calificación baja hace bajar el promedio hacia abajo, y una calificación alta lo hace subir. Las variaciones menores cerca de la tendencia central tienen menos efecto en la determinación de la media. Podemos describir la diferencia en la distribución de las calificaciones en los dos conjuntos enunciando la desviación de cada calificación a partir del promedio. Estas desviaciones se llaman "errores", o sea, "alejamientos respecto de" el promedio.

Otra forma del promedio es la *mediana*. Éste es el número que se encuentra en el medio de una serie de números colocados en orden de magnitud. Si la serie tiene un número par de miembros, entonces el número intermedio entre los dos más cercanos al del medio es la mediana. Esto puede ilustrarse por medio de los dos conjuntos de calificaciones que ya hemos dado. Los reorganizaremos en orden de magnitud, nombrando al primer conjunto A, al segundo B, para facilitar la referencia.

(A) 66, 62, 55, 52, 51, 44, 36, 30, 22, 20.

(B) 71, 58, 57, 53, 50, 42, 41, 36, 18, 12.

En (A) la mediana es intermedia entre 51 y 44. Es por tanto 47.5.
En (B) la mediana es intermedia entre 50 y 42. Es, por lo tanto, 46.

La mediana en (B) está más cerca del promedio que la mediana en (A), debido al hecho de que en (B) hay cinco calificaciones por debajo del promedio y cinco por encima, mientras que en (A) hay cuatro por debajo y seis por encima.

Si deseamos determinar si 62, por ejemplo, es una calificación alta o baja, necesitamos saber cuántas calificaciones en el conjunto están por encima de 62 y cuántas están por debajo. La calificación tomada aisladamente tiene muy poca significación. Por ejemplo, en algunas universidades la calificación aprobatoria para los exámenes finales es 60 por ciento, en otras es 33⅓ por ciento. Una comparación de las tarjetas de calificaciones en las que sólo aparecen los totales, podría sugerir que un conjunto de estudiantes, de los dos exámenes universitarios, es mucho mejor que el otro, a menos que se tomara en cuenta esta diferencia de criterio. En la investigación estadística es esencial clasificar los datos desde un principio a fin de que los resultados numéricos sean significativos. En la inobservancia de esta precaución está el origen, sin duda alguna, de la creencia popular de que "con estadísticas se puede probar cualquier cosa", que, como sucede a menudo con las falacias populares, tiene su contrapartida en la creencia de que "los números no mienten".

El primer paso en la clasificación de los datos consiste en determinar lo que se llama *distribución de frecuencia*, o sea la frecuencia de la ocurrencia de un dato dado. Para este fin, debemos dividir los hechos en clases. Por ejemplo, en el ejemplo de las calificaciones, podemos clasificar éstas en decenas, agrupando todas aquellas que están entre 10 y 19, 20 y 29, y así sucesivamente. Estas divisiones se llaman *intervalos de clase*. La distribución de frecuencia puede exhibirse convenientemente en una tabla de frecuencia (véase la página siguiente).

La tabla se construye formando una hilera separada para cada intervalo de clase. Se pone una cruz para cada calificación que cae dentro de un intervalo de clase dado. El número en la tercera columna es la frecuencia de ocurrencia en el intervalo de clase dado. Comparando la serie A con la serie B podemos ver de una ojeada que los miembros de A se desvían menos de la tendencia central que los miembros de B. En un caso tan sencillo como nuestro ejemplo nunca sería necesario preparar una tabla de frecuencia. Pero cuando tratamos centenares de datos, que no están organizados en ningún orden, la tabla constituye una gran ayuda. Empero, no es necesario para nuestro propósito considerar ejemplos complicados.

Serie A			Serie B		
Calificación	*Tabulación*	*Frecuencia*	*Calificación*	*Tabulación*	*Frecuencia*
0-9			0-9		
10-19			10-19	x x	2
20-29	x x	2	20-29		
30-39	x x	2	30-39	x	1
40-49	x	1	40-49	x x	2
50-59	x x x	3	50-59	x x x x	4
60-69	x x	2	60-69		
70-79			70-79	x	1
80-89			80-89		
90-99			90-99		

La diferencia entre la calificación máxima y la mínima se llama *la amplitud* de la serie. Así, la amplitud de (A) es 46 y la de (B) es 59. La amplitud es una medida de variabilidad. De los datos en (B) se dice que se *dispersan* más que los datos en (A), es decir, que hay mayores desviaciones respecto de la media.

Si consideramos ahora la frecuencia de clase, vemos que en ambas series la frecuencia mayor ocurre en el intervalo de clase 50-59. El punto medio del intervalo de clase con la mayor frecuencia se llama el *modo*. Ésta es otra forma de promedio, es decir, una medida de tendencia central. El modo representa aquella calificación que tiene más probabilidades de ocurrir. No debe confundírsele con la media, que es lo que usualmente entendemos por un promedio. Este punto puede quedar bien ilustrado por medio de las anotaciones del juego de cricket. Supóngase que un jugador que frecuentemente anota 0, logra anotar, una vez que ha "afinado el ojo", 70, 80 o incluso 100; entonces su anotación más probable será 0, pero su promedio podrá ser 20 o 30. Si las desviaciones son pequeñas, de modo que las desviaciones pequeñas tengan tantas probabilidades de ocurrir como las grandes, entonces el modo, la media y la mediana tienden a coincidir. [16]

Puesto que la amplitud depende solamente de dos miembros extremos, no es una medida muy satisfactoria de la variabilidad. Por lo tanto, se acostumbra calcular lo que se llama la *desviación media*. Si organizamos los miembros de la serie (A) alrededor de la tendencia central, podemos obtener la desviación de cualquier miembro restándolo de la media si es menor, y restándole la media si es mayor. Estas desviaciones serán representadas por signos de + y de —. Así

[16] Véase W. P. y E. M. Elderston, *Primer of statistics*, pp. 21 y 45.

obtenemos; —23.8; —21.8; —13.8; —7.8; +.2; +7.2; +8.2; +11.2; +18.2; +22.2.

La desviación media será, entonces, 13.44. Éste es simplemente el promedio de las desviaciones, ignorando el signo. De la misma manera podemos calcular la desviación media de la serie (B). Es 14. Los estadísticos generalmente utilizan lo que se llama la *desviación standard*. Ésta es la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones cuadradas divididas entre el número de datos. Por lo tanto, difiere de la desviación media en cuanto que las desviaciones son cuadradas antes de ser sumadas, y después de la división de la suma entre el número de datos, se extrae la raíz cuadrada. La desviación *standard* es simbolizada por σ. Puede expresarse en la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n}}$$

donde d representa desviaciones de la media, y Σ significa "la suma de"; n representa el número de datos. La desviación *standard* se emplea generalmente. Si la desviación es grande, muestra que los miembros de la serie están dispersos.

Ahora podemos resumir las tres formas de promedio: La media es el promedio ordinario. Usualmente se calcula con facilidad.

La mediana es el medio de la serie cuando ésta ha sido organizada en orden. Por lo tanto, hay tantos datos por encima de ella como por debajo. Es importante no suponer que la mediana sea el medio de la amplitud. Éste será el caso sólo cuando la distribución de frecuencia sea simétrica.

El modo es el caso más probable.

Es importante recordar que todo promedio es una medida de tendencia central, representando así un punto en una escala. De tal suerte, una distribución de frecuencia puede representarse gráficamente por medio de una curva obtenida al delinear las frecuencias de los intervalos de clase en la escala de clase. Éste es, indudablemente, el método más sencillo para tratar con grandes números de casos. Pero no podemos examinarlo minuciosamente aquí. [17]

Ahora tenemos que considerar la relación entre las variables medidas. Si el economista desea determinar si existe una relación entre la renta urbana y la densidad de población, debe obtener en primer lugar estadísticas relativas a estas variables. Luego debe determinar si el aumento de los valores de una variable va acompañado por el aumento, o la disminución, de la otra variable. Por los ejemplos dados al comienzo de este párrafo, podemos ver que *correlación* significa grado de relación funcional. Si la correlación entre dos variables es perfecta, entonces existe entre ellas una relación de correspondencia

[17] Para un examen más amplio de los métodos estadísticos, véanse los libros que ofrecemos en la bibliografía.

funcional. Es costumbre limitar la palabra "correlación" a la correspondencia imperfecta. Así, a la correlación entre la velocidad de un cuerpo que cae y el tiempo, si es perfecta, se le llama una relación de correspondencia funcional. Esta relación es *positiva;* mientras más tiempo ha estado cayendo un cuerpo, más rápidamente cae. La relación entre la atracción gravitativa de dos cuerpos y la distancia entre sus centros es perfecta y negativa. El grado de correlación se expresa por medio de un número que varía de +1 a —1. Así, pues, una correlación positiva perfecta se expresaría por +1; una correlación negativa perfecta se expresaría por —1. Éstas son relaciones funcionales. Por lo tanto, podemos decir que el grado de correlación varía de +.99 a —.99. Este número se llama el *coeficiente de correlación*. Es importante recordar que este coeficiente es un número puro; no presenta un *por ciento*. Una correlación de +.5 se llama "cinco décimos" o "cincuenta". *No* es cincuenta *por ciento*. Representa un grado de correlación intermedio entre una correlación perfecta, o relación funcional, y una *ausencia total* de correlación. Una ausencia total de correlación no es, por ejemplo, una correlación *negativa*, es simplemente *ausencia* de correlación. Por ejemplo, hay una correlación negativa entre la presión y el volumen de un gas a una temperatura constante; hay ausencia total de correlación entre el tamaño de la cabeza de un hombre y la cantidad de sus ingresos. Hay, quizá, una ligera correlación positiva entre el monto de los ingresos que *gana* un hombre y su capacidad en cierta esfera de actividad.

Un grado alto de correlación, positiva o negativa, sugiere una relación causal o funcional. Por ejemplo, si hubiese un alto grado de correlación positiva entre el número de piezas de vajilla rotas por las camareras de un restaurant y la cantidad de su fatiga, no parecería improbable que la fatiga fuese un factor en la causación de los rompimientos de las piezas de vajilla.

A fin de poder obtener coeficientes de correlación —es decir, de medir la correlación de las variables—, es esencial encontrar una unidad cuantitativa *en términos de la cual* puedan medirse las variables. En el caso de las llamadas estadísticas vitales —a saber, aquellas relativas a los nacimientos, defunciones, matrimonios, etcétera—, la unidad es fácil de descubrir. Pero los métodos estadísticos se están utilizando con frecuencia cada vez mayor para tratar características que no pueden aprehenderse fácilmente como variables cuantitativas. Las estadísticas de los resultados de las pruebas mentales se basan en el supuesto de que *la inteligencia, la memoria, la rapidez del pensamiento* pueden medirse en términos cuantitativos. El trabajo inicial de determinar las unidades cuantitativas adecuadas para medir las variables, requiere la mayor perspicacia y habilidad. Antes de que tal trabajo se haya realizado adecuadamente, es improbable que la psicología experimental logre un avance considerable en la presentación de resultados interpretables. Es, asimismo, de fundamental importancia en el trabajo estadístico determinar con precisión el campo dentro

del cual se supone que rigen las mediciones. A menos que esto se haga cuidadosamente, la interpretación de los resultados, que es la parte más difícil de la investigación estadística, será probablemente engañosa e incluso completamente carente de valor. Por ejemplo, hace poco dos periódicos londinenses se propusieron investigar si las creencias religiosas se encuentran en decadencia. En cada uno de los periódicos se publicó un cuestionario y se invitó a los lectores a contestarlo. Se publicó un resumen estadístico de las respuestas recibidas, y sobre este resumen se ha basado cierto razonamiento dudoso acerca de la decadencia de las creencias religiosas. Las dificultades en lo que se refiere a extraer una inferencia confiable a partir de tales resultados deben ser obvias. Aun concediendo que las preguntas fueran formuladas de tal modo que permitieran respuestas precisas y esclarecedoras, no parece haberse hecho ningún intento de corroborar los resultados o de determinar el campo de la investigación. No es irrazonable suponer que sólo cierto tipo de lector haya contestado el cuestionario, de modo que las relaciones relativas a *todos* los lectores son muy poco dignas de confianza. Los resultados así obtenidos no son susceptibles de interpretación precisa, debido precisamente a que no se delimitó el campo de la investigación. La única manera de evitar tales errores consiste en describir cuidadosamente qué se propone lograr con exactitud la investigación estadística. Debe enunciarse la naturaleza exacta de las preguntas formuladas; debe delimitarse con precisión el campo sobre el cual ha sido efectuada la investigación. Sólo cuando se ha logrado esto es posible extraer inferencias confiables e interpretar provechosamente los resultados. Esta labor preliminar es a menudo muy difícil, y entraña métodos complicados y técnicos. Consecuentemente, hay una tendencia, no del todo innatural, a sobreestimar la importancia y la confiabilidad de los resultados estadísticos así obtenidos. Como ha señalado el profesor Whitehead, "no existe un error más común que el de suponer que, porque se han hecho cálculos matemáticos exactos y prolongados, la aplicación del resultado a algún hecho de la naturaleza es absolutamente cierta". [18] La *afirmación* de las correlaciones no es, en sí misma, un procedimiento inductivo; la inferencia inductiva se da sólo cuando hay generalización de las correlaciones observadas a los casos inobservados. J. M. Keynes ha señalado la necesidad de distinguir entre estas dos partes de la teoría de las estadísticas. Dice: "La primera función de la teoría es puramente *descriptiva*. Ella elabora métodos numéricos y diagramáticos por medio de los cuales pueden describirse brevemente ciertas características salientes de grandes grupos de fenómenos; y proporciona fórmulas con la ayuda de las cuales podemos medir o resumir las variaciones en algún carácter particular que hayamos observado a lo largo de una extensa serie de acontecimientos o casos. La segunda función de la teoría es *inductiva*. Se propone extender su descripción de ciertas características de acontecimientos observados a las corres-

[18] *Introduction to mathematics*, p. 27.

pondientes características de otros acontecimientos que no han sido observados. Esta parte del asunto puede llamarse la teoría de la inferencia estadística."[19] El desarrollo de la segunda parte es difícil y está ligado con la teoría de la probabilidad. No podemos examinar esto aquí. Todo lo que nos interesa señalar es que la afirmación de una frecuencia estadística no puede considerarse como una generalización inductiva. La forma en que las generalizaciones pueden derivarse a partir de frecuencias estadísticas es por medio de frecuencias de probabilidad. Esto plantea difíciles problemas cuyo examen implicaría una cantidad de matemáticas mayor que la que puede introducirse en un libro como éste.

§ 4. *Probabilidad*

Puede suponerse que todo el mundo tiene una concepción aproximada del significado de "probabilidad". Lo oponemos, por una parte, a la *certeza,* y por la otra a la *imposibilidad.* Así, por ejemplo, decimos que hoy probablemente lloverá, o que A probablemente no pasará su examen, etcétera. Pero, usada así, la probabilidad no es una concepción clara; indica tan sólo falta de convicción absoluta de que algo sucederá o no sucederá. En las matemáticas, la probabilidad puede ser definida exactamente. La teoría de la probabilidad ha sido elaborada en una forma refinada. Sin embargo, en la medida en que la teoría es lógicamente exacta, es una rama de las matemáticas y su examen no es más adecuado en un libro de introducción a la lógica que el de la teoría de los números complejos. Pero acaso valga la pena indicar qué significado se le da al cálculo de probabilidades.

Si en la discusión ordinaria decimos: "La ocurrencia de E probablemente sucederá", significamos que las razones para suponer que sucederá son más fuertes que las razones para suponer que no sucederá. Reconocemos que una ocurrencia puede ser más o menos probable. Hay todos los grados de probabilidad entre la certeza de que E no sucederá y la certeza de que sucederá. Si deseamos afirmar exactamente *cuán* probable es su ocurrencia, debemos contar el número de razones favorables a la producción de E y el número de razones que son desfavorables y que, por lo tanto, pueden ofrecerse en contra de la ocurrencia de E. Contar las razones a favor y en contra significa analizar la situación de modo que se pueda determinar cuáles factores son favorables y cuáles son desfavorables. Es natural representar la probabilidad de la ocurrencia de E como la proporción de los factores favorables respecto de los factores desfavorables junto con los favorables. Así, la certeza será representada por 1 y la imposibilidad por 0. Si los factores favorables son representados por r y los factores desfavorables por r', entonces la probabilidad será representada por

[19] A *treatise on probability,* p. 327.

$^{r}/_{r+r'}$. La contingencia *a favor* de que suceda es representada, entonces, por $^{r}/_{r'}$; la contingencia *en contra* por $^{r'}/_{r}$.

Puesto que E o bien sucederá o bien no sucederá, la suma de la probabilidad de que suceda y la probabilidad de que no suceda debe ser 1. Es decir, $1 = E + E'$ (donde E' expresa "no-E"). En consecuencia, si p representa la probabilidad de que E sucederá, entonces $1 - p$ representa la probabilidad de que E no sucederá.

Los principios envueltos en el cálculo de probabilidades pueden aclararse por medio de ejemplos muy simples. Elijamos el problema bien conocido del juego de dados, puesto que los factores envueltos son simples y pueden contarse con facilidad.

(i) ¿Cuál es la probabilidad de que, al arrojar un dado, salga el *seis*?

Es claro que hay seis maneras en que puede caer un dado, y que éste debe caer en una u otra de estas seis maneras. De éstas, una es favorable y cinco no lo son. Por lo tanto, la probabilidad requerida es $^{1}/_{6}$.

(ii) ¿Cuál es la probabilidad de que, al echar un dado, no salga el *seis*?

La probabilidad requerida es, claramente, $^{5}/_{6}$.

(iii) ¿Cuál es la probabilidad de que, si se echan dos dados juntos, salga el *seis* en ambos?

Puesto que cada dado tiene seis caras, y puesto que cada una de estas caras puede salir con cualquiera de las seis caras del otro dado, hay entonces, claramente, treinta y seis posibles combinaciones. Sólo una de estas combinaciones es favorable. Por lo tanto, la probabilidad requerida es $^{1}/_{36}$.

La probabilidad de sacar el *seis* con un dado no depende, ciertamente, de la probabilidad de sacar el *seis* con el otro. Tales acontecimientos se llaman *independientes*. La probabilidad de que ambos sucedan es la conjunción de sus probabilidades separadas, a saber $(^{1}/_{6} \times {}^{1}/_{6}) = {}^{1}/_{36}$. Así obtenemos la regla para calcular la probabilidad conjunta de dos o más acontecimientos independientes, que es la siguiente: *Multiplíquense sus probabilidades separadas.*

(iv) ¿Cuál es la probabilidad de que en ninguno de los dados, echados juntos, salga el *seis*?

Éstos son acontecimientos claramente independientes. La probabilidad de no sacar el *seis* es, en cada caso, $^{5}/_{6}$. Por lo tanto, la probabilidad requerida es $(^{5}/_{6} \times {}^{5}/_{6}) = {}^{25}/_{36}$.

(v) ¿Cuál es la probabilidad de que en sólo uno de dos dados echados salga el *seis*?

Aquí es indiferente que el *seis* salga en el primer dado o en el segundo. Usando números subscritos para distinguir un dado del otro,

podemos representar el caso en que sale el *seis* por medio de s_1 o de s_2, y el caso en que no sale seis por σ_1 o por σ_2. Entonces, o bien requerimos $s_1\sigma_1$ o bien $s_2\sigma_2$. Hemos visto que la probabilidad de s es $^1/_6$; hemos visto que la probabilidad de σ es $^5/_6$. Por lo tanto, la probabilidad de $s_1\sigma_1$ es $(^1/_6 \times {}^5/_6)$; la probabilidad de $s_2\sigma_2$ es también $(^1/_6 \times {}^5/_6)$. Por lo tanto, la probabilidad de *cualquiera de los dos* $s_1\sigma_1$ o $s_2\sigma_2$ es

$$[(^1/_6 \times {}^5/_6) + (^1/_6 \times {}^5/_6)] = (^5/_{36} + {}^5/_{36}) = {}^{10}/_{36}$$

Los acontecimientos $s_1\sigma_1$ y $s_2\sigma_2$ son acontecimientos exclusivos o alternativos. Por lo tanto, la probabilidad de su disyunción es la suma de sus probabilidades separadas. La operación aritmética correspondiente a una suma lógica es la adición.

(vi) ¿Cuál es la probabilidad de que, de dos dados echados juntos, cuando menos en uno salga el *seis*?

Puesto que en este caso no excluimos *ambos*, el único caso excluido es *ninguno*. Por lo tanto, la probabilidad requerida es equivalente a la suma de (i) ambos, (ii) sólo uno, (iii) sólo el otro, es decir,

$$[(^1/_6 \times {}^1/_6) + (^1/_6 \times {}^5/_6) + (^1/_6 \times {}^5/_6)] = {}^{11}/_{36}$$

Debe observarse que la probabilidad de obtener el *seis* con *un dado cuando menos* y la probabilidad de obtener el *seis* con *ninguno*, agotan los casos posibles; por lo tanto, debemos tener *o bien un caso o bien el otro*; por lo tanto, la suma de los dos casos debe ser igual a 1. Estas probabilidades separadas son $^{11}/_{36}$ (por vi) y $^{25}/_{36}$ (por iv). Esto produce

$$(^{11}/_{36} + {}^{25}/_{36}) = {}^{36}/_{36} = 1 .$$

El acontecer o no acontecer de un acontecimiento dado agota las posibilidades. Esto puede expresarse en la fórmula

$$E + E' = 1 .$$

Así vemos otra vez (por el principio del medio excluido) que la probabilidad de acontecimientos exclusivos es una suma lógica. Las fórmulas de De Morgan pueden aplicarse.[20] Si expresamos la probabilidad de que A sucederá escribiendo A, y de que B sucederá escribiendo B, entonces AB representa la probabilidad de que ambas ocurrirán; A' + B' representa la probabilidad de que una u otra no ocurrirá. Entonces tenemos

$$\text{(i)}\quad (A + B)' = A'B'$$

$$\text{(ii)}\quad (AB)' = A' + B'.$$

[20] Véase el capítulo x, p. 224 del presente libro. El lector que haya omitido el capítulo x debe omitir este párrafo.

Éstas pueden expresarse así:

(i) La probabilidad de que ni A ni B ocurrirán es equivalente al producto de la probabilidad de que A no ocurrirá y de que B no ocurrirá.

(ii) La probabilidad de que A y B no ocurrirán ambas es equivalente a la suma de la probabilidad de que A no ocurrirá y de que B no ocurrirá.

Se advertirá que estas fórmulas producirán los mismos resultados dados anteriormente en (iv) y en (vi).

Del mismo modo que las fórmulas de De Morgan pueden desarrollarse para abarcar casos de cualquier complejidad, así las reglas que hemos dado pueden aplicarse para abarcar casos en los que estén envueltos más de dos factores. No podemos examinar éstos aquí.

Baste con señalar que, al calcular probabilidades, se debe tener gran cuidado para determinar si los acontecimientos son independientes, dependientes o exclusivos. El principio fundamental es el mismo, ya sea que los acontecimientos sean dependientes o independientes. Pero si los acontecimientos son independientes, entonces en cada caso ocurren todas las posibilidades. Por ejemplo, la probabilidad de obtener *cara* en el lanzamiento de una moneda es $^1/_2$. Esta probabilidad permanece inalterada no importa cuán frecuentemente haya salido *cara*, a menos que estemos calculando la probabilidad de que *cuando menos cierto número* de caras saldrán en cierto número de lanzamientos. Si un acontecimiento es dependiente de otro, entonces su probabilidad puede calcularse sólo después de que se haya calculado la probabilidad del acontecimiento independiente. Esto significa que, en el caso de los acontecimientos dependientes, tenemos condiciones iniciales diferentes.

Ha sido costumbre enunciar ciertas fórmulas para el cálculo de la probabilidad de que una ocurrencia E sucederá otra vez. Pueden distinguirse dos casos: (i) la probabilidad de que E sucederá una vez más; (ii) la probabilidad de que E sucederá *v* veces más. Estos casos pueden subdividirse a su vez, según que: (*a*) se sepa que E no ha fallado; (*b*) se sepa que E ha fallado.

(i*a*) Si se sabe que E ha sucedido *m* veces y se sabe que no ha fallado, entonces la proporción de los casos favorables respecto al número total de casos *en el pasado* es representada por $^m/_m$. Con base en el supuesto de que E lo mismo puede suceder que no suceder, debe añadirse 2 al denominador (a saber, la posibilidad favorable y la desfavorable) y 1 al numerador (a saber, la posibilidad favorable). Por lo tanto, la probabilidad requerida es representada por $^{m+1}/_{m+2}$.

(ii*a*) Usando *m* como antes, la probabilidad de que E sucederá *v* veces más es $^{m+1}/_{m+v+1}$.

(i*b*) Usando *m* como antes, y representando el número de veces que se sabe que E ha fallado por *m*', la probabilidad requerida es representada por $^{m+1}/_{m+m'+2}$.

(ii*b*) Usando *m*, *m*', *v* como antes, la probabilidad requerida es representada, como es fácil de ver, por $^{m+1}/_{m+m'+v+1}$.

Una consideración de estas fórmulas mostrará que (1) mientras más grande sea *m*, más cerca de la unidad estará la fracción, y, por lo tanto, mayor será la probabilidad de que E sucederá; (2) mientras más grande sea *m*', o mientras más grande sea *v*, menor será la probabilidad de que E sucederá.

La fórmula $^{m+1}/_{m+2}$ se conoce como la *Regla de Sucesión de Laplace.*[21] Su validez depende del supuesto de que las alternativas posibles son *igualmente probables*. Este supuesto sólo se justifica bajo ciertas condiciones muy artificiales, y sólo cuando las alternativas posibles son de la misma forma.[22] El dejar de reconocer esto ha conducido a resultados absurdos. Por ejemplo, si se supone que el acontecer o no acontecer de una ocurrencia, respecto a las condiciones de las que no se sabe *nada*, es igualmente probable, entonces la probabilidad de su ocurrencia siempre sería $^1/_2$, puesto que en tal caso *m* sería igual a 0.[23] Dados ciertos supuestos, sin embargo, y con las debidas precauciones, la fórmula puede aplicarse a casos especiales.[24]

§ 5. *Medición*

El análisis cuantitativo presupone medición. "El alcance de una discusión sobre la cantidad", dice el profesor Whitehead, "puede definirse por medio de la pregunta: ¿Cómo es posible la medición?"[25] No es posible hacer aquí ningún intento de examinar esta cuestión en forma adecuada. Todo lo que podemos hacer es indicar la naturaleza de la medición y señalar las principales condiciones que la hacen posible.[26] Todo el mundo tiene una concepción vaga de lo que sig-

[21] Véase VENN: *The logic of chance,* capítulo VIII.

[22] Véase p. 465 del presente libro.

[23] Estos absurdos fueron señalados por C. S. PEIRCE. (Véase *Chance, love, and logic,* parte I, sec. 4.) Estas fórmulas han sido criticadas detalladamente por el doctor C. D. BROAD y por J. M. KEYNES.

[24] Los estudiantes que deseen un tratamiento más completo de las reglas elementales para calcular la probabilidad, pueden consultar a C. Smith, *A treatise on algebra,* capítulo XXX; o a WELTON, *Manual of logic,* libro V, capítulo VI.

[25] *The principle of relativity,* p. 40.

[26] Para un examen más amplio de la medición, véanse N. R. CAMPBELL, *Physics: The elements,* parte II; *What is science?*, capítulos VI-VII; A. D. RITCHIE, *Scientific method,* capítulo V.

nifica medición. Todos tenemos, en ciertas ocasiones, la necesidad de hacer mediciones más o menos exactas. El cocinero, por ejemplo, mide la cantidad de harina que se requiere para cierto pastel; el sastre mide cierta cantidad de tela y toma las "medidas" de su cliente para hacerle un traje que le quede bien. En todos esos casos, una determinada propiedad de un objeto es correlacionada con un número seleccionado en cierta forma. El cocinero dice que el *peso* de la harina es 1 kilogramo, el sastre dice que la *longitud* de la tela es 3 metros, etcétera. Peso y longitud son cantidades. Para determinar la cantidad de tela requerida, el sastre usa una cinta o una vara de medir; para determinar la cantidad de harina requerida, el cocinero usa una báscula de cocina. En ambos casos, la medición entraña la manipulación física de objetos, el uso de un instrumento de medir y un juicio de comparación. Cada uno de estos puntos exigirá mayor consideración, pero antes de examinarlos debemos tomar nota de una característica familiar e importante de la operación de la medición. Supongamos que deseamos cubrir con un trozo de bayeta la parte superior de una mesa para juegos de salón. A fin de obtener la cantidad correcta de bayeta (a saber, una cierta área) no tenemos que llevar la mesa a la tienda donde venden la bayeta. Medimos la parte superior de la mesa y encontramos que su longitud es de un metro por cada lado. Pedimos entonces un metro de bayeta (suponiendo que el ancho de la bayeta no sea menos de un metro). El vendedor mide un metro de bayeta sobre una marca de medir en el mostrador o sobre una vara de medir. Si encontramos que la bayeta mide un metro de ancho también, concluimos que la bayeta le servirá a la mesa. Si pudiéramos suponer que estas operaciones de medir han sido ejecutadas correctamente, entonces podríamos saber que la bayeta le serviría a la mesa aunque no la hubiésemos colocado sobre ésta. De esta característica depende la utilidad de la medición para fines prácticos.

Una consideración de estos ejemplos mostrará que la medición conlleva la abstracción de ciertas propiedades de los objetos, y que depende de ciertas convenciones tan usuales que bien podríamos no reconocer su carácter convencional. La posibilidad de obtener la cantidad adecuada de bayeta para cubrir la mesa, aun cuando ésta esté en casa y la bayeta en una tienda, depende del hecho de que se han establecido correlaciones de uno-uno: (i) entre nuestra cinta de medir y la parte superior de la mesa; (ii) entre la vara de medir del vendedor y la bayeta; (iii) entre *nuestra* cinta y *su* vara, de tal suerte que ambos significamos lo mismo al decir "un metro". Ahora bien, es claro que (i) y (ii) son posibles únicamente en la medida en que podamos comparar directamente la cinta o vara de medir, con la parte superior de la mesa o la bayeta, respecto a cierta propiedad, y podamos juzgar inmediatamente que hay una correspondencia entre ellas. Al suponer (iii), estamos suponiendo que, si la cinta y la vara se colocaran la una al lado de la otra, corresponderían en la misma forma en que la vara correspondió con la bayeta y la cinta correspon-

dió con la parte superior de la mesa. Podemos suponer (iii) sólo porque hemos adoptado un sistema convencional que nos permite referirnos, de una manera perfectamente definida, a un instrumento de medición normado (o *standard*). Hemos visto que, al medir la longitud de la mesa, hacíamos antes que nada un juicio de comparación que podría expresarse por: "Esta medida métrica corresponde a la longitud de la mesa." Debemos, pues, considerar en primer lugar esta relación de *correspondencia* ["*matching*"].

La afirmación "A corresponde con B" es elíptica. Dos trozos de tela pueden corresponder respecto del color, o del tamaño, o de la textura, etcétera. Ahora bien, la vara de medir y la bayeta no corresponden respecto del color, ni de la textura, ni de la dureza, pero (así lo estamos suponiendo) corresponden respecto de la *longitud*. La longitud es una propiedad que puede medirse, de modo que decimos que la longitud es una cantidad. Así, pues, la afirmación elíptica "A corresponde con B" debe ser ampliada a "A corresponde con B respecto de la longitud". Ahora bien, la relación de correspondencia es simétrica y transitiva, de modo que si A corresponde con B, entonces B corresponde con A; y si A corresponde con B, y B corresponde con C, entonces A corresponde con C. Nuestra suposición de que nuestra cinta de medir y la vara de medir del vendedor *correspondían respecto de la longitud* se basaba en el hecho de que la correspondencia es una relación transitiva, y que tanto nuestra cinta como la vara del vendedor correspondían con una *vara normada* (o *standard*). Así, pues, la medición de longitud entraña una referencia a una vara de medir *standard* con la cual corresponden, respecto de la longitud, todas nuestras diversas cintas o varas de medir. El hecho de que no tengamos que llevar ni la mesa ni la cinta de medir a la tienda donde venden la bayeta, se debe al hecho de que hemos adoptado un sistema convencional por medio del cual anexamos números definidos para representar diferentes longitudes. Así, cuando decimos que la bayeta tiene "un metro de largo", significamos que la proporción de su longitud con un metro es de uno. Dada esta norma de referencia, que recibe el nombre de *la unidad de longitud*, podemos describir todas las otras longitudes en términos de la unidad por medio de números reales.

Estas consideraciones sugieren la siguiente definición: La medición es el proceso de manipular objetos a fin de asignar proporciones para representar alguna propiedad de estos objetos. Es importante distinguir entre medir y contar, y entre medir y numerar. Considérese, por ejemplo, una colección de libros en una biblioteca. Contamos los libros para saber cuántos hay. El resultado de este proceso de contar se expresa por medio de un número cardinal.[27] También podríamos desear encontrar fácilmente cualquier libro mediante el conocimiento del lugar que ocupa en los estantes. Para este fin, adoptamos un sistema de numeración o de "marcas". Es decir, adoptamos alguna

[27] Para un examen del proceso de contar, véase p. 150 del presente libro.

organización ordenada. Seleccionamos letras del alfabeto, o numerales, o una combinación de ambos cuyo orden corresponda a la posición de los libros. Así, el resultado del contaje de los libros proporciona una respuesta a la pregunta: ¿Cuántos?, y el resultado de su numeración proporciona una respuesta a la pregunta: ¿En qué colocación? Ninguno de estos procesos es medición. Pero si quisiéramos saber cuántos libros cabrían en cierto estante, necesitaríamos saber la longitud del estante y la longitud del lomo de cada libro, o, como acostumbramos decir, su grueso. Así, pues, tendríamos que medir los libros y medir el estante para ver cómo corresponderían los primeros con los segundos respecto de la longitud. En la práctica, probablemente tomaríamos algunos de los libros y los pondríamos en el estante; ciertamente no nos tomaríamos la molestia de aplicar una vara de medir. Los juicios de correspondencia respecto de la longitud pueden hacerse con sorprendente exactitud por medio de la simple vista. Veremos que todas las mediciones exactas dependen, en última instancia, de un juicio directo en relación con la correspondencia de dos datos sensoriales visuales. Pero cuando el objeto que vamos a medir es muy grande, o cuando se requiere que la medición sea muy exacta, encontramos que es necesario colocar el objeto junto a algún otro objeto por medio del cual ha de medírsele. De esta manera podemos hacer juicios de comparación directos. El resultado de la operación de medir se expresa, pues, como una proporción del objeto medio respecto del instrumento de medición, y, por lo tanto, en última instancia, respecto de la unidad normada (o *standard*). Así vemos que los números usados para expresar medición no son números cardinales, sino proporciones. Este hecho es oscurecido por nuestra adopción de la convención de que la unidad normada (o *standard*) debe ser igual a uno. [28]

La longitud se mide por medio de la yuxtaposición del objeto que va a ser medido con una vara de medir, o, como la llamaremos de ahora en adelante, con una escala. Hay otras maneras de medir, pero en última instancia toda medición de longitud es reductible a este proceso, puesto que ésta es la forma en que usamos la norma de longitud. Ahora podemos ver cómo toda medición de longitud depende de la observación de datos sensoriales. *Vemos* la coincidencia de una marca en la escala con el borde del objeto que se mide. No hay manera de evitar este juicio directo de coincidencia, aunque podemos usar artefactos mecánicos que nos colocan en una posición más favorable para hacer juicios exactos. Pero, no importa cuán cuidadosamente observemos, siempre subsiste un error en la medición. Éste recibe algunas veces el nombre de "error inherente" de la medición.

[28] Así, si decimos que la longitud de una mesa es de 10 metros, significamos que la proporción de su longitud respecto de la medida metro es 10. Puesto que la unidad de medición se elige como igual a 1, obtenemos la proporción 10:1, de modo que en la práctica no reparamos en el denominador.

Podemos ver cómo sucede esto si comparamos un proceso rudimentario de medición con un proceso más exacto. Podríamos haber medido la mesa extendiendo nuestra mano, de meñique a pulgar, sobre su parte superior, substituyendo sucesivamente el dedo meñique por el pulgar hasta cubrir toda su extensión. Si hacemos esto, podemos decir que la mesa mide *n* palmos. Si repitiéramos este proceso, es probable que el resultado no produjera *n* palmos, sino un poco más o un poco menos. Podríamos representar esto como $n + e$. Si no podemos dividir el palmo, entonces la mayor exactitud de la medición será determinada por la extensión del palmo. Ahora bien, si usamos una escala marcada en subdivisiones mucho más pequeñas que la longitud de la propia escala, podemos obtener una medición más exacta. Esto es lo que hacemos con un metro, pues lo dividimos en centímetros, milímetros, etcétera. Pero, no importa cuán pequeñas hagamos estas subdivisiones, no podemos obtener una coincidencia exacta, pese al hecho de que el objeto medido pueda parecer coincidir con dos marcas de la escala. El hecho de que haya longitudes inconmensurables —por ejemplo, los lados y la diagonal de un cuadrado— revela que puede no haber una proporción numérica exacta entre cualesquiera dos longitudes. Así, pues, toda medición es sólo una aproximación, aunque podemos aumentar el grado de aproximación tanto como lo deseemos. La escala es una norma de rectitud y una norma de rigidez. Es fácil saber que si medimos con una cinta no debemos estirarla en una ocasión y dejarla floja en otra. Por esta razón la medida normada de longitud se hace con el material más rígido que podemos encontrar. [29]

Ahora debería resultar claro que la medición conlleva la manipulación de cuerpos; por lo tanto es experimental, y las reglas de la medición son leyes experimentales. Si no pudiéramos encontrar cuerpos que juzgamos constantes respecto a la longitud, no podríamos llevar a cabo los procesos de medición ordinarios. Ahora tenemos que advertir que la medición conlleva la adición de cuerpos. Es por esta razón que la medición se expresa por medio de números, pues la serie de números tiene la propiedad de que dos o más números cualesquiera pueden ser reemplazados por otro número que será igual a la combinación de estos números. Así, pues, la medición se hace de acuerdo con las leyes de la aritmética. Puesto que la correspondencia en longitud es una relación simétrica transitiva que puede expresarse por medio de un número, las longitudes pueden ser sumadas. Las escalas son un recurso para la adición de longitudes. Como ya hemos visto, lo que se añadirá serán proporciones, pero debido a nuestra convención de que la unidad es igual a uno, éstas pueden expresarse por medio de números. Ahora bien, la característica de la serie de números (finita) es que la adición de un número a cualquier otro

[29] No es posible entrar aquí en el problema del significado de "rigidez", ni de su relación precisa con "longitud". Para un examen de este problema, véase A. S. Eddington, *Space, time and gravitation*, "Prologue".

aumenta el número. Aquí encontramos la característica en virtud de la cual algunas propiedades de cuerpos son mensurables. Ésta puede enunciarse precisamente de la siguiente manera: Una propiedad de un cuerpo es mensurable si la combinación de cuerpos que tienen esa propiedad aumenta la propiedad, del mismo modo que un número es aumentado por la adición de otros números. Es en virtud de este hecho que los objetos medidos pueden ser organizados en un orden. Por lo tanto, en la medición entra una relación asimétrica transitiva que basta para ordenar los objetos medidos en una serie. Éste es claramente el caso en lo que se refiere a la longitud. Ahora tenemos que ver que lo mismo rige en relación con el peso.

El peso de un cuerpo significa la fuerza con que tiende a caer. Esto se llama "peso absoluto". El peso absoluto varía en diferentes lugares de la Tierra, haciéndose menor mientras más cerca del Ecuador se halle el lugar. Pero sabemos experimentalmente que todos los cuerpos son afectados de esta manera en la misma proporción. En consecuencia, dos cuerpos que tienen el mismo peso en cualquier lugar de la Tierra tienen el mismo peso en cualquier otro lugar. Así reemplazamos el peso absoluto por lo que se llama peso relativo. El peso relativo de un cuerpo expresa cuántas veces su peso absoluto es mayor o menor que el peso absoluto de un cuerpo normado (o *standard*) llamado la unidad de peso. Esta unidad normada es seleccionada arbitrariamente y es un trozo de platino-iridio que se guarda en París. Se llama el *kilogramo*. La norma científica es una milésima parte de este peso, llamado un *gramo*. El peso de un cuerpo se mide colocándolo en el platillo de una balanza y añadiendo pesos conocidos en el otro platillo hasta que se obtiene el equilibrio. El juicio de que los platillos están en equilibrio se hace observando la coincidencia de un indicador con una línea en la escala. De tal suerte, la medición del peso se reduce a una medición de longitud y se ve que, en última instancia, depende de un juicio inmediato de que dos datos sensoriales visuales coinciden.

Ahora debemos enunciar brevemente las reglas fundamentales de la medición. Ellas son: (1) Dos cuerpos que corresponden con un tercero respecto a la propiedad dada (longitud, peso), corresponden entre sí; (2) La adición de objetos que tienen la misma propiedad dada aumenta esa propiedad de acuerdo con las leyes de la aritmética; (3) La adición de iguales produce iguales. Es un hecho experimental que estas reglas rigen respecto a algunas de las propiedades de los cuerpos. Podría haber sido el caso que la adición de pesos en el platillo de la balanza no aumentara el peso. Si ése hubiese sido el caso, la medición habría sido imposible. Las dos únicas propiedades de los cuerpos que satisfacen directamente la segunda regla son la longitud y el peso. Por lo tanto, la medición de estas propiedades constituyen el proceso fundamental. Esto puede verse claramente si consideramos la propiedad de la densidad. La densidad es *el peso dividido por el volumen*. Si añadimos un litro de agua a dos litros, aumentamos el peso

y la masa del agua, pero no aumentamos su densidad. Por lo tanto, la densidad no es directamente mensurable. Pero, puesto que el peso dividido por el volumen produce un número, y puesto que estos números pueden organizarse en un orden que representa el aumento de la densidad, la densidad puede medirse indirectamente. Esto puede resumirse en la afirmación de que la densidad es proporcional al peso por unidad de volumen.

La importancia de la medición reside en el hecho de que, por medio de ella, pueden enunciarse relaciones *precisas* entre cuerpos que poseen propiedades mensurables. De tal suerte, la medición hace posible la aplicación del análisis matemático al comportamiento de los cuerpos naturales. Sólo por medio de la medición puede llevarse a cabo el análisis cuantitativo preciso. Por lo tanto, el valor de la medición es el valor de la sustitución de la variación cuantitativa por las uniformidades cualitativas. Por medio de la medición podemos emplear el principio de la convergencia en la simplicidad mediante la disminución de la extensión.

XIX. EL CONTRASTE ENTRE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LAS CIENCIAS HISTÓRICAS

"Hay más certeza de que la regularidad del movimiento en el Sistema Solar tiene una causa definida, que la que hay, para escoger nuestros propios ejemplos, de que los griegos ganaran la batalla de Maratón o que la reina Ana esté muerta." —SIR JAMES JEANS.

§ 1. *La eliminación de lo sustantivo*

EN ESTE capítulo debemos indagar las diferencias más fundamentales entre las ciencias experimentales y las ciencias históricas. Ya hemos señalado que las ciencias son ramas ordenadas del conocimiento.[1] El que un estudio dado pueda considerarse propiamente o no como una ciencia depende de que haya concepciones en términos de las cuales puedan ordenarse los hechos estudiados. Hemos visto que las matemáticas difieren de todas las otras ciencias en que la naturaleza de los hechos matemáticos es tal que éstos pueden ordenarse de una manera exacta. En las matemáticas, y sólo en las matemáticas, es posible la demostración. Así, pues, las matemáticas son una ciencia pura que debe contrastarse con todas las otras ciencias, que son empíricas, en cuanto éstas se basan en la observación de hechos sensoriales. Pero, dentro de las propias ciencias empíricas deben hacerse distinciones adicionales. Estas distinciones tienen que ver con la manera en que la determinación cuantitativa interviene en las diversas ciencias.

En el capítulo anterior vimos que las ciencias sociales hacen uso de los métodos estadísticos. Las estadísticas son una rama de las matemáticas. Pero estos métodos estadísticos —cuantitativos— son sólo *métodos*; se les utiliza con el fin de *sugerir* posibles conexiones causales, de *someter a prueba* supuestas conexiones causales, y de *suministrar datos* para las generalizaciones estadísticas. La investigación estadística es un medio hacia un fin. La indagación estadística puede sugerir la existencia de una conexión causal entre cierta clase de ocupación industrial y cierta enfermedad específica. El re-

[1] Véase p. 274.

sultado de la indagación toma la forma de una uniformidad cualitativa. Fue la complejidad del asunto lo que hizo necesario recurrir a la investigación estadística, pues esta complejidad hacía imposibles la observación directa y la experimentación; las concepciones cuantitativas envueltas quedan eliminadas del resultado final; no desempeñan papel alguno en la finalidad última.

El caso es completamente distinto en lo que toca a las ciencias físicas. Aquí la finalidad es la de establecer correlaciones funcionales. La rapidez del avance depende del grado en que las uniformidades cualitativas puedan ser reemplazadas por expresiones cuantitativas precisas. El cambio de leyes causales a leyes de dependencia funcional, expresadas en fórmulas matemáticas, es un cambio de gran significación. Una ley de dependencia funcional no es una ley causal más elaborada. Es una clase de ley totalmente diferente. Las leyes causales están relacionadas con los modos de cambio de las *cosas* o sustantivos particulares; las leyes de dependencia funcional están relacionadas con la correlación de los conjuntos de propiedades. Ellas están *relacionadas* con las propiedades en el sentido de que las variables que ocurren en las expresiones matemáticas pueden interpretarse de tal modo que produzcan afirmaciones acerca de esas propiedades, y esas propiedades pueden considerarse abstraídas de ocurrencias determinadas que forman el mundo. El avance desde el descubrimiento de leyes causales al descubrimiento de dependencias funcionales conlleva la eliminación gradual de cualquier referencia directa a una cosa sustantiva u ocasión determinada.[2] Hay un avance constante desde las afirmaciones concernientes a especies específicas de las cosas a las afirmaciones concernientes a las propiedades generales. Una ciencia capaz de formular tales afirmaciones avanza constantemente hacia una abstracción cada vez mayor, y por lo tanto hacia el ideal de la forma deductiva.

En este párrafo trataremos de las condiciones que son esenciales a cualquier rama de la ciencia capaz de formular leyes funcionales abstractas. Entonces estaremos en una posición que nos permitirá considerar en qué aspectos pueden contrastarse estas ciencias con las ciencias históricas. La frase "ciencias experimentales", en términos de la cual se ha enunciado el contraste con las ciencias históricas en el título de este capítulo, puede requerir, sin embargo, una explicación preliminar. Una ciencia no tendría derecho a ser considerada como una ciencia experimental a menos que su campo de investigación fuese de tal índole que permitiera, *como parte de su técnica normal,* la organización de las condiciones a la luz de expectaciones definidas acerca de lo que ocurrirá.[3] La habilidad para determinar así las condiciones le asegura al observador precisamente aquella ocurrencia que necesita observar. Así viene a ser en cierto grado independiente del curso normal de las ocurrencias naturales. Es independiente, primero, del tiem-

[2] *Cf.* p. 283 del presente libro.
[3] Véase p. 348 del presente libro.

po fechable en que tiene lugar la ocurrencia que él está observando; en segundo lugar, de los vecinos espacialmente contiguos de la ocurrencia; y, en tercer lugar —como una consecuencia directa de las dos primeras—, de su unicidad. Teóricamente, en todo caso, el experimento es repetible. Las características que hacen que *esta ocasión determinada* sea única son, por la naturaleza del experimento, precisamente aquellas que son impertinentes a la indagación del experimentador.

El desarrollo histórico de las ciencias experimentales desde el descubrimiento de uniformidades cualitativas hasta la afirmación de leyes de dependencia funcional, es tan familiar para todo el mundo que la curiosa naturaleza de este cambio apenas ha recibido la atención que merece. Vale la pena recordar, considerando un ejemplo particular, la manera como puede producirse este cambio. Podemos escoger la Ley de Ohm para examinarla desde este punto de vista. [4]

La Ley de Ohm tiene que ver con la relación entre tres cantidades físicas: la *corriente eléctrica*, la *fuerza electromotriz* y la *resistividad* (o sea, lo opuesto a la *conductividad*). La Ley enuncia una relación funcional entre estas tres cantidades; es una expresión matemática precisa. Cuando Ohm empezó sus investigaciones sobre el flujo de electricidad a lo largo de conductores metálicos, el estudio de la corriente eléctrica no había avanzado más allá de la etapa cualitativa, de suerte que las relaciones numéricas precisas apenas podían ser aplicadas. Sin embargo, trabajando con base en el supuesto de que el flujo de electricidad a lo largo de un conductor metálico podría tener similitudes estructurales [5] con el flujo de calor a lo largo de materiales diferentes, Ohm comenzó sus investigaciones experimentando con diferentes pedazos particulares de alambre metálico. Estos *casos particulares* de alambre metálico eran *especímenes*; es decir, casos de cierta especie. Las diferencias entre los especímenes tratados eran pertinentes sólo en la medida en que eran diferencias, primero, en longitud y en área de corte transversal de casos de la *misma especie*, por ejemplo: de cobre; y, segundo, diferencias en la especie a la cual pertenecían los casos de la *misma longitud* y la *misma área de corte transversal*, por ejemplo: oro, cobre, zinc. Cierta etapa de esta investigación puede representarse de una manera formal a fin de poner de manifiesto la forma en que la referencia al caso particular, o sustantivo, es eliminada en el resultado final.

Supongamos que S_c representa un caso particular de alambre de cobre, S_z un caso particular de alambre de zinc, y S_0 un caso particu-

[4] Suponemos aquí que el estudiante está familiarizado con la Ley de Ohm. No he intentado ofrecer una descripción detallada de las investigaciones de Ohm, pues sólo me interesa examinar la *forma* de su ley.

[5] Véase p. 356 del presente libro. Vale la pena observar que tales expresiones como "flujo de electricidad" y "corriente eléctrica" se deben al reconocimiento de una similitud entre el comportamiento de la electricidad y el de un fluido. Es de esta manera como se puede desarrollar una ciencia.

lar de alambre de oro. Si l representa longitud, a área de corte transversal, y r resistividad, los tres siguientes conjuntos de afirmaciones dan una formulación esquemática de los resultados de Ohm:

(1) S_c cuando l_1 y a_1 tiene $r\nu_1$
S_c cuando l_1 y a_2 tiene $r\nu_2$
S_c cuando l_1 y a_3 tiene $r\nu_3$
. . . .
. . . .

(2) S_c cuando l_2 y a_1 tiene $r\mu_1$
S_c cuando l_2 y a_2 tiene $r\mu_2$
S_c cuando l_2 y a_3 tiene $r\mu_3$
. . . .
. . . .

(3) S_c cuando l_N y a_M tiene $r\alpha$
S_z cuando l_N y a_M tiene $r\beta$
S_o cuando l_N y a_M tiene $r\gamma$
. . . .
. . . .

Aquí los números suscritos indican variaciones específicas en longitud y en área de corte transversal; las letras suscritas ν, μ, con números suscritos, indican diferentes grados de resistividad. En (3) las mayúsculas suscritas N, M, indican respectivamente longitudes y áreas de corte transversal específicas, mientras que las suscritas α, β, γ, a r indican variación funcional en r.

Un examen de estos conjuntos de expresiones revela consecuencias importantes. El conjunto (1) muestra que r es una función de a cuando la longitud es invariada; el conjunto (2) muestra que r es también dependiente de la longitud; el conjunto (3) muestra que r varía según el metal específico, aunque la longitud y el área de corte transversal permanecen iguales. Así, pues, los conjuntos (1) y (2) exhiben r como una función de l y a. De tal suerte, obtenemos

$$R = f(L, A).$$

Las características específicas del *cobre* no entran en la enunciación.

El conjunto (3) muestra que, dado que la longitud y el área de corte transversal permanezcan iguales, la resistividad de un alambre metálico depende de la naturaleza específica del metal. Estas variaciones pueden expresarse en términos cuantitativos, aunque tales expresiones no producirían una serie continua. Los efectos de las variaciones indicadas por α, β, γ sobre r pueden expresarse en términos cuantitativos, y pueden ser expresados por la constante ϱ. Así, pues, el valor que haya de asignársele a ϱ varía según los diferentes metales

específicos. Por lo tanto, R es una función de ϱ, l y a. La Ley de Ohm es, pues, expresable por medio de la ecuación [6]

$$R = \varrho \, {}^{l}/_{a}.$$

En esta expresión matemática, todo lo que queda de las *características específicas* en virtud de las cuales el oro, el cobre y el zinc se diferencian entre sí, es la constante ϱ. No sería irrazonable suponer que ϱ podría expresarse funcionalmente, por último, en términos de la estructura sub-atómica.

La Ley de Ohm hace posible dar definiciones precisas de las cantidades físicas de marras. Así, la *resistencia eléctrica* viene a ser *definida* por la ecuación antes mencionada. En esta forma, el último vestigio de características cualitativas es eliminado del concepto de resistividad.

Las ciencias más avanzadas son aquellas en que la referencia a características específicas —cuya conexión entre sí se expresaría en uniformidades cualitativas— ha sido reemplazada por expresiones funcionales en las que tal referencia se limita a su representación por *constantes*. Estas expresiones funcionales pueden tomar *valores* que permiten al científico *aplicar* la expresión funcional a lo que es observable. Los conceptos fundamentales, sin embargo, son *definidos* por fórmulas matemáticas y no en términos de características cualitativas. El procedimiento que hemos ilustrado por medio de la referencia a la Ley de Ohm puede generalizarse de la siguiente manera.

Supóngase que S_A y S_B representan dos cosas determinadas diferentes. Así, S_A podría ser un volumen definido de oxígeno en cierto recipiente y en cierto laboratorio, y S_B otro volumen de oxígeno en otro recipiente y en el mismo laboratorio o en otro diferente. O bien S_B podría ser un volumen definido de hidrógeno. O, suponiendo otra cosa, S_A podría ser cierta bola de billar, y S_B otra bola de billar, o una bola de cricket, o una pequeña esfera de marfil en cierto laboratorio. O bien, de acuerdo con otra suposición, S_A podría ser cierto pedazo de oro en cierto laboratorio y cierto experimentador estaría usándolo en cierta fecha; S_B podría ser otro pedazo de oro, o de platino, o de acero puro. Los ejemplos no necesitan ser elaborados. Cualesquiera cosas particulares que escojamos como representadas por S_A y por S_B, deben ser cosas particulares y definidas, es decir, casos particulares situados en un lugar determinado y en un tiempo determinado. Con tales casos particulares como S_A y S_B comienza la observación científica. Pero sabemos que al científico nunca le interesan los casos particulares *en cuanto particulares*. Él abstrae de la

[6] Así vemos que la *resistencia* de un alambre metálico al paso de una corriente eléctrica está determinada por tres factores. Tal resistencia es, de hecho, directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional al área de corte transversal, y es además proporcional a una constante ϱ, cuyo valor depende de las características específicas del metal dado.

situación particular dentro de la cual está trabajando, a fin de seleccionar ciertos rasgos o características que le interesan en relación con el problema especial que está investigando. Que el S_A dado tenga *otras* características y esté *aquí ahora*, es impertinente. El científico, podemos suponer, desea formular una afirmación al efecto de que siempre que una bola de billar golpea a otra bola de billar de cierta manera, entonces esa otra bola de billar se moverá de cierta manera. La referencia a la bola de billar es innecesaria; *cualquier clase* de cuerpo material de volumen, masa y forma similares habría servido igualmente bien. Cuando se llega a las leyes de la mecánica, se prescinde de toda referencia a las *bolas*. Del mismo modo, cuando el investigador está examinando cierto pedazo de oro, o cierta cantidad de oxígeno, pasa por alto las características presentes en *este* S_A que lo diferencian de *este* S_B, como impertinentes. Si la $_A$ y la $_B$ suscritas significan diferentes *especies de cosas*, por ejemplo, oro y zinc respectivamente, estas diferencias pueden ser pertinentes; pero, aun así, el avance consiste en reemplazar cualquier referencia específica a estas diferencias por *constantes* que se manifiestan en expresiones funcionales capaces de ser aplicadas al comportamiento de los S. Referirse a "*los* S" equivale ya a considerar este S_A como abstraído de la situación determinada que hace significativo el "*este*".

La formulación de una expresión como la Ley de Ohm es sólo la consumación de un proceso que está presente incluso en los comienzos de la indagación científica, a saber, la eliminación gradual de lo sustantivo. Esta eliminación se efectúa, en primer lugar, mediante el reemplazo de afirmaciones concernientes a *este* S_A por afirmaciones acerca de todo S_A; en segundo lugar, por medio de afirmaciones acerca de todo S_A y todo S_B; y, finalmente, por medio de afirmaciones en las que incluso las suscritas $_A$ y $_B$ no denotan ya características cualitativas. Tales afirmaciones serán leyes de correlación funcional, en las que $_A$ y $_B$ entrarán sólo como constantes definibles en términos de imperceptibles que no son sustantivos.

El punto que conviene subrayar es la eliminación de la cosa sustantiva en aquellas ciencias que exhiben los tipos de orden más exactos. En este punto es necesario precaverse de un posible malentendido. Como vimos en el capítulo XV, toda ley causal es abstracta en cierto grado.[7] Es una afirmación en el sentido de que un cambio que ocurre en una cosa de la especie K_1 está conectado con un cambio que ocurre en una cosa de la especie K_2. Esta referencia a *especies de cosas* muestra que una ley causal no afirma lo que está sucediendo en *esta* determinada situación causal, sino lo que sucederá en *toda* determinada situación de cierta clase. Hablar de *esta determinada situación* como una situación *causal* equivale ya a decir algo que podría ser no-significativo si esta determinada situación se considerara única. Como ya hemos visto, la proposición causal particular *Este balazo en el corazón de este hombre causó su muerte* deriva su significación de la

[7] Véanse pp. 318-320 del presente libro.

ley causal *Siempre que un hombre recibe un balazo en el corazón, muere.* En consecuencia, al contrastar las leyes causales con las leyes de dependencia funcional, sobre la base de que las primeras no conllevan, pero las segundas sí, la eliminación de la cosa sustantiva, no debe suponerse que estamos sosteniendo que las leyes causales son afirmaciones acerca de ocasiones únicas. El caso es que la ley causal es una ley concerniente a los cambios cualitativos en las cosas, o concerniente a las variaciones cuantitativas en las características cualitativas de las cosas. De tal suerte, se implica una referencia a *especies de cosas* que tienen características cualitativas. Es esta referencia la que distingue a las leyes causales de las leyes de dependencia funcional.

Podría objetarse que esta distinción es el resultado de prestar excesiva atención al uso de las leyes causales según el sentido común. Cuando el hombre corriente dice: "Yo maté a este hombre dándole un balazo en el corazón", está afirmando una proposición causal particular, pues "maté" equivale a "causé que muriera". Podría alegarse que la referencia a las características cualitativas de los organismos vivientes que está envuelta aquí podría eliminarse si la afirmación se hiciera más precisa, de una manera comparable a la manera en que las afirmaciones concernientes al modo de muerte de un hombre se hacen más precisas en el curso de una investigación forense. Pero esta argumentación está desencaminada. La mayor precisión asegurada aquí es mayor precisión en relación con la *clase* de factores envueltos. Si las consideraciones cuantitativas entran aquí del todo (por ejemplo, la distancia a la que se hizo el disparo, el calibre de la pistola, etc.), entran únicamente como auxiliares para la determinación de la situación causal precisa que está envuelta; no reemplazan la referencia a las características cualitativas. Lo que esta argumentación pasa por alto es la significación del cambio en el punto de vista que está envuelto cuando pasamos de la consideración de las leyes de modos de cambio recurrentes en el comportamiento de las cosas a las leyes de variación funcional que trascienden, en exactitud, cualquier cosa que *sea posible observar.*[8] Las ciencias experimentales avanzan por medio de la formulación de hipótesis en términos de conceptos que son total y precisamente definidos por expresiones cuantitativas. La Ley

[8] En un reciente trabajo titulado "Hume's Doctrine of Causality" (*Proc. Aris. Soc.*, *N. S.*, 32), C. A. Mace ha sostenido que la dependencia funcional "es una parte del análisis de" la causación. Mace admite que cuando una bala causa la muerte, no podemos formular una expresión de variación funcional precisa, pero sostiene que la significación de la causación está ligada con la noción de dependencia funcional. Yo estoy de acuerdo con él en que la causación tiene que ver con la variación en las propiedades del segundo orden, aunque no he usado este lenguaje (véase p. 310 del presente libro). Pero me parece que Mace no logra comprender la significación de lo que yo he llamado la eliminación de lo sustantivo, y, en consecuencia, pasa por alto la referencia de las leyes causales a los modos de cambio en el comportamiento de las cosas (véase el Apéndice D).

de Ohm es un caso tal. Estos conceptos cuantitativamente definidos son elementos en un sistema ordenado cuya exactitud de estructura trasciende la exactitud de las mediciones físicas. El sistema-orden es abstracto en grado sumo; su significación es independiente de lo que haya en el mundo. Las ciencias que pueden ser colocadas dentro de tal sistema-orden se hacen cada vez más matemáticas en la expresión y verificación de sus hipótesis. Generalmente se las considera como "las ciencias avanzadas". En el siguiente párrafo examinaremos la significación de este avance. Lo que importa subrayar aquí es que el contraste entre las leyes causales y las leyes funcionales depende de la región de hechos a que son apropiadas respectivamente estas dos clases de leyes.

Señalamos al comienzo de este párrafo que las diferencias entre las ciencias empíricas están determinadas por el papel que desempeña en ellas la determinación cuantitativa. Estas diferencias pueden resumirse ahora de la siguiente manera. En las ciencias experimentales, la determinación cuantitativa tiene como finalidad la enunciación de leyes de dependencia funcional exactas, y esta enunciación se hace posible porque los conceptos fundamentales pueden definirse con precisión en términos matemáticos. Este resultado se logra únicamente por medio de la eliminación de la cosa sustantiva. En las ciencias sociales, la finalidad de la determinación cuantitativa consiste en descubrir generalizaciones estadísticas conducentes a leyes causales. Estas leyes causales enuncian modos de comportamiento de cosas sustantivas. Son precisamente estas leyes las que interesan a las ciencias sociales. En las ciencias históricas, la determinación cuantitativa o bien no ocurre del todo, o, si ocurre, es sólo para permitir una deducción respecto de algún hecho acerca de una cosa sustantiva. El problema de la determinacin de la edad de la Tierra sería un caso tal. De consiguiente, en las ciencias históricas la cosa sustantiva es totalmente importante.

§ 2. *La finalidad de las ciencias históricas*

Las ciencias experimentales, especialmente la física y la fisicoquímica, son consideradas frecuentemente como "las ciencias más avanzadas". La palabra "avanzada", sin embargo, requiere cierto examen cuando se la utiliza en este sentido. Una ciencia es obra de hombres. Como en el caso de todas las obras humanas, una ciencia pasa por varias etapas; se desarrolla o, cuando menos, cambia. Cuando decimos que una ciencia está "avanzando", podemos significar tan sólo que ha sido estudiada durante algún tiempo, que no es un estudio nuevo. Es en este sentido que podemos decir que la eugenesia es una ciencia joven. Una generación de pensadores científicos avanza sobre las generaciones anteriores añadiendo el descubrimiento de nuevos hechos o clarificando gradualmente los conceptos fundamentales en términos de los cuales han de ser ordenados esos hechos. A menos que haya

avance de esta clase, la ciencia se estanca, como sucedió durante mucho tiempo con la ciencia de la lógica. Tal avance es también, por lo general, un desarrollo ordenado. Los nuevos descubrimientos acercan a las generaciones sucesivas de científicos al ideal de su investigación. Podemos decir entonces que la ciencia es "avanzada" en un sentido diferente. Ahora no significamos tan sólo que sigue siendo estudiada, sino que se acerca más a un ideal que es la meta de *su* desarrollo. Ahora bien, aquellas ciencias cuyas concepciones ordenadoras son susceptibles de expresión matemática podrán, en las etapas adelantadas de su desarrollo, emplear todos los recursos de la técnica matemática tanto en la afirmación como en la solución de sus problemas. Su avance en el primer sentido será incuestionable; su avance en el segundo sentido será notable. Éste es el caso de la física matemática. No es sorprendente que la rapidez con que está avanzando la física matemática (es decir, aproximándose a la meta de *su* desarrollo) haya llevado a muchos a suponer que la física plantea su idea en términos según los cuales *cualquier* ciencia debe juzgarse "avanzada" o "retrasada". Esto, sin embargo, es un profundo error. Este avance de la física está íntimamente ligado con el hecho de que su asunto permite experimentos precisos que producen mediciones notablemente exactas susceptibles de formulación como aproximaciones a expresiones matemáticas. Ya hemos visto que el descubrimiento de la expresión matemática apropiada, en términos de la cual puede formularse una masa de datos experimentales, conduce a la definición precisa de los conceptos fundamentales. Fue así como la Ley de Ohm representó un avance tan considerable en la electrocinética. Pero las condiciones que están presentes en las ciencias físicas no lo están en otras ciencias, *no* porque éstas sean menos avanzadas —aunque esto es cierto en ambos sentidos de "avanzada"—, sino porque la naturaleza de sus problemas es diferente debido a la diferencia en la región de hechos estudiada. En el caso de estas otras ciencias, buscar la meta del desarrollo que tiene por delante el científico físico, es seguir un camino equivocado. Dentro de estas otras ciencias debe incluirse a las ciencias históricas.

Puede darse el nombre de "históricas" a aquellas ciencias en que, o bien los *datos* se refieren a aquello que, aunque no es intrínsecamente inobservable, no podría ser observado ahora, o bien los *problemas* se refieren a ocurrencias fechables. En este sentido, la geología es una ciencia histórica. Algunos de los problemas que tratan las ciencias biológicas son problemas históricos. Las "ciencias del hombre" —por ejemplo, la antropología, la etnología, la sociología— son, en este sentido que acabamos de definir, ciencias históricas. Pero decir que estas ciencias son "históricas" no es decir que, al estudiarlas, estemos estudiando *historia*. El estudio de la historia tiene que ver con una ocasión determinada como una ocurrencia fechable única; tiene que ver con esta ocasión en su unicidad.

Siempre que podemos hablar de "la fecha de A", A está determinada tanto respecto al lugar como al tiempo, no importa cómo pue-

da determinarse la posición en el espacio y en el tiempo. Se desprende de ello que la noción de *repetición* es no-significativa con referencia a A. *Esto que está fechado,* o sea A, puede decirse que es, en un sentido estricto de la palabra, un *particular.*[9] Pero A, o sea *esto que está fechado,* es un caso de alguna especie; podría considerarse, desde algún punto de vista, como un *espécimen.* En realidad, tanto en la vida cotidiana como en la investigación científica, sí tendemos a considerar a A como un espécimen. Al pensar en A como un espécimen, podemos pensar significativamente en A como algo que ocurre en diferentes momentos y en diferentes lugares. De modo que pensar en A no es ya pensar en A como un *esto fechable.* Si A se repite, entonces lo que se repite no es *este* A *fechable,* que numéricamente es uno; *lo que se repite* debe ser un conjunto de propiedades, o características, capaces de pertenecer a más de una cosa.[10] Siempre que nos interese el particular como tal, la *fecha* es pertinente. Podemos decir, a la inversa, que siempre que la *fecha* sea pertinente, nos interesa aquello que, como tal, no puede repetirse. *Este* A *fechable* es único, no en el sentido de que este A tiene propiedades que no pertenecen conjuntamente a ningún otro particular, aunque esto bien podría ser así; es único porque está situado en un tiempo determinado y en un lugar determinado.[11] Se desprende de ello que cualquier problema en que la fecha intervenga como un elemento integral no puede resolverse por medio de métodos dependientes de ocurrencias repetibles y adecuados a ellas.

§ 3. *El método en la historia*

La historia es el registro de lo que *ha sucedido;* tiene que ver con acontecimientos fechables. La finalidad primordial del historiador consiste en determinar qué fue lo que sucedió exactamente. El historiador no puede *observar* lo que ha sucedido. Sus datos son registros —monumentos, tradición oral, documentos— a partir de los cuales tiene que construir su hecho primordial. Esto lo ha expresado bien Langlois: "Los hechos del pasado sólo nos son conocidos por los rastros que han sido conservados. Es cierto que estos rastros son observados directamente por el historiador, pero, después de eso, el historiador no tiene nada más que observar; lo que queda es el trabajo de razonamien-

[9] En ocasiones se diría que en tal caso, A es un "mero particular" o un "particular tomado en su singularidad" (*Einmaligkeit*). Pero no creo que este lenguaje sea muy conveniente.

[10] En este examen no nos interesa en absoluto la *persistencia* sustantival, sino la *recurrencia.* El problema de la naturaleza de las sustancias persistentes —o continuantes, para emplear el término de Johnson— no es pertinente aquí.

[11] La teoría física de la relatividad es impertinente aquí. Todo lo que se requiere es un sistema de referencia dado.

to, en que el historiador se esfuerza por inferir los hechos a partir de los rastros con la mayor exactitud posible. El documento es su punto de partida, el hecho es su meta."[12] Nuestro conocimiento del hecho histórico es, pues, indirecto; la característica distintiva del conocimiento histórico es que sus hechos primordiales no son observados sino inferidos. Lo que se observa directamente son los documentos escritos o los restos arqueológicos. Usando la palabra "documentos" para incluir manuscritos, monumentos y otros restos visibles del pasado, podemos aceptar el dictum de Langlois y Seignobos: "Sin documentos no hay historia." En nuestro conocimiento del pasado debe haber, entonces, inmensas lagunas. Algún hallazgo afortunado, como la tumba de Tutankamon, puede ofrecernos súbitamente datos inesperados. Pero, en la naturaleza del caso, tales descubrimientos son raros. La primera etapa de la indagación histórica es la búsqueda de documentos. El historiador tiene que determinar si hay documentos, y luego recoger y clasificar los que pueda encontrar. Una colección clasificada de documentos constituye un catálogo anotado y con índice.[13] La labor de formar un catálogo así es sumamente trabajosa; puede que exija la cooperación de muchas personas durante un periodo considerable. Con todo, es sólo la primera etapa, un preludio a la determinación de los hechos. No basta estar en posesión del documento; es necesario, además, *entenderlo* y valorarlo como un registro de los hechos. Este proceso de interpretación nunca es fácil, y puede ser excesivamente difícil. Podemos considerar brevemente el caso difícil de los documentos escritos. Supóngase, por ejemplo, que el documento está escrito en jeroglíficos antiguos. Será inútil a menos que los jeroglíficos puedan ser descifrados y entendidos.[14] Supóngase, en cambio, que el documento está escrito en un idioma que se entiende; ello no obstante, antes de que pueda aceptársele como un registro de hechos, es preciso responder satisfactoriamente a varias preguntas. En otras palabras, el documento debe someterse a un examen crítico. Este examen crítico se divide en dos partes que se distinguen como *crítica externa* y *crítica interna*. La primera tiene que ver con la caligrafía, el idioma, la forma y la fuente del documento; la segunda con las condiciones bajo las cuales fue escrito y, particularmente, con la naturaleza y circunstancias del autor, conocido o supuesto, en caso de que el documento no sea anónimo. En cada una

[12] LANGLOIS y SEIGNOBOS, *An Introduction to the Study of History* (traducción inglesa de York Powell), p. 64. Al escribir este párrafo, he utilizado este libro en grado considerable; es el mejor manual de metodología histórica de que dispone el lector inglés.

[13] La colección *Harleian* de manuscritos en el Museo Británico constituye un buen ejemplo.

[14] La forma en que Champollion logró descifrar los jeroglíficos egipcios constituye un instructivo ejemplo de método. Una descripción sencilla del descubrimiento de Champollion se encuentra en F. H. BREASTED, *Ancient Times*, §§ 12 y 68.

de las etapas de este proceso, el historiador está obligado a ir más allá de lo que le es directamente presentado y a inferir la conclusión más probable a partir de lo que observa directamente.

No es posible, aquí, hacer más que indicar brevemente la naturaleza y las dificultades de la crítica externa. En el caso de los documentos antiguos raramente sucede que el manuscrito original haya sido conservado. El texto del historiador es una copia de una copia de una copia. A menudo estas copias son la obra de escribas que no entendían del todo, o cuando menos muy imperfectamente, lo que estaban copiando. No es de sorprender, por lo tanto, que estos manuscritos sean con frecuencia ininteligibles o inexactos. No resulta difícil ver que la corrección de estos errores y la preparación de un "texto seguro" requiere el más alto desarrollo de la erudición crítica.[15] La habilidad para sugerir una enmienda satisfactoria de un texto adulterado es rara. Un ejemplo mostrará claramente la naturaleza de la enmendación crítica. En el texto de las Cartas de Séneca[16] aparecía un texto que no tenía sentido; el erudito clásico Madvig sugirió una enmienda que fue aceptada de inmediato como obviamente correcta. Debe recordarse que los manuscritos antiguos se escribían totalmente en mayúsculas, con las palabras sin separar y las oraciones sin puntuación. El lector puede formarse una idea sobre la naturaleza de la enmendación textual si examina el siguiente pasaje, que ofrecemos en una forma aproximada a la del texto original: "PHILOSOPHIA UNDEDICTASITAPPARETIPSOENIMNOMINEFATETURQUI DAMETSAPIENTIAMITAQUIDAMFINIERUNTUTDICERENT DIVINORUMETHUMANORUMSAPIENTIAM..." La transcripción de este pasaje[17] rezaba así originalmente: "Philosophia unde dicta sit, apparet; ipso enim nomine fatetur. Quidam et sapientiam ita quidam finierunt, ut dicerent divinorum et humanorum sapientiam." Esto no tiene sentido. Sería posible suponer que se hubieran omitido algunas palabras en la transcripción, por ejemplo, entre *ita* y *quidam*. Madvig, sin embargo, partiendo nuevamente del manuscrito sin separar, consideró si no sería posible obtener algún sentido dividiendo las palabras de manera diferente. De tal suerte, sugirió la enmienda: "... ipso enim nomine fatetur quid amet. Sapientiam..." Tales enmiendas conjeturales son el fruto de un largo adiestramiento en erudición clásica, de un conocimiento paleográfico y de un fino sentido de las sutilezas del idioma.

A menudo sucede que el documento original se ha perdido y que

[15] Aquí no es posible hacer otra cosa que indicar la naturaleza de estas dificultades. Un examen amplio se encuentra en el libro de Langlois y Seignobos al cual hemos hecho referencia.

[16] Véase Langlois y Seignobos, *op. cit.*, pp. 78 y ss.

[17] El estudiante que pueda leer latín podría intentar, como ejercicio, antes de seguir leyendo, (i) dividir este pasaje en sus palabras constituyentes, (ii) enunciar explícitamente los principios que orientaron la división. Entonces debería comparar sus resultados con la enmendación de Madvig.

existen varias copias que difieren entre sí. No sería seguro concluir que la lectura más frecuente sea la correcta, pues de la misma copia que contenía una lectura errónea pueden haberse hecho otras copias. Por lo tanto, es necesario determinar la relación que guardan entre sí las diversas copias. Es razonable suponer que "todas las copias que contienen los mismos errores en los mismos pasajes deben de haber sido copiadas una de otra o bien derivadas de una copia que contenía esos errores. Es inconcebible que varios copistas que reprodujeran independientemente un original libre de todo error, introdujeran exactamente los mismos errores; la identidad de errores atestigua la comunidad de origen." [18] Se desprende de ello que copias numerosas de un documento cuyo original ha sido conservado, carecen de valor. Sólo las copias independientes del original, o copias tomadas directamente de una primera copia ya perdida, son útiles en el cotejo de los textos. Por medio del método de comparación de errores es posible elaborar una tabla (*stemma codicum*) que muestre la importancia relativa de las copias conservadas. Tal crítica textual es laboriosa y requiere los dones supremos de la erudición y la imaginación. Con todo, sus resultados son puramente negativos; la finalidad de tal crítica consiste tan sólo en evitar posibles fuentes de error. Resulta claro que "el texto de un documento que ha sido restaurado al precio de infinitos trabajos no es más valioso que el documento cuyo original se haya conservado; por el contrario, es menos valioso. Si el manuscrito autógrafo de la *Eneida* no hubiese sido destruido, se habrían ahorrado siglos de cotejo y conjeturación y el texto de la *Eneida* habría sido mejor de lo que es." [19]

Cuando, por medio de tal crítica textual, se ha establecido un texto satisfactorio, es necesario precisar la fecha y el autor. Si no es posible determinar el autor, es cuando menos necesario precisar las circunstancias bajo las que fue escrito. Un documento cuyo objetivo es registrar un conjunto de acontecimientos carece de valor si se puede demostrar que fue escrito por alguien que no pudo haber tenido un conocimiento directo de dichos acontecimientos. Supóngase, por ejemplo, que se afirma que cierto documento fue escrito en el siglo XIII. Puede demostrarse que el documento es falso si una copia de éste está escrito con caligrafía del siglo XI. O bien, el documento puede pertenecer en apariencia al siglo XI, pero al ser examinado pueden encontrarse en él palabras y frases que no se usaron sino dos siglos después. De esta manera se han descubierto muchos fraudes. Los do-

[18] *Ibid.*, p. 81. Tales errores son de dos clases: errores accidentales y alteraciones fraudulentas. Los primeros se deben a errores al copiar o al escribir siguiendo un dictado; éstos tienden a tomar formas regulares tales como la trasposición de letras o de palabras, la repetición u omisión de palabras, las divisiones incorrectas entre palabras y la sustitución de palabras incorrectas debido a confusiones de sentido; las segundas pueden corregirse sólo mediante inferencias de otras fuentes distintas del texto en cuestión.

[19] *Ibid.*, p. 84.

cumentos oficiales a menudo contienen fórmulas características que constituyen una prueba de la autenticidad del documento, como por ejemplo las escrituras merovingias. La autenticidad de un documento puede precisarse mediante el uso de tales pruebas. El problema es más difícil, aunque no esencialmente diferente en principio, cuando el documento es la obra de varios autores.

Dado que se haya resuelto satisfactoriamente el problema de la identidad del autor, quedan por determinar las circunstancias bajo las cuales fue escrito el documento. ¿Tuvo el autor (o los autores) la oportunidad de presenciar los acontecimientos que alega registrar de primera mano? ¿Tuvo algún motivo para falsificar su propio documento? ¿Tuvo la habilidad necesaria para dejar una constancia exacta de lo que observó? El historiador inglés Froude constituye un notable ejemplo de un autor que parecía temperamentalmente incapaz de ser exacto. Sin el deseo de falsificar, dio habitualmente, sin embargo, una falsa relación de los hechos, incluso cuando sólo describía uno de sus viajes. El suyo es un caso extremo, pero a cualquiera que haya comparado las versiones de los testigos oculares del mismo acontecimiento deben haberlo sorprendido las divergencias en detalles, divergencias que a menudo son importantes y conducen al engaño. Esta dificultad aumenta cuando el documento no sólo contiene un registro de lo que el propio autor creyó haber observado, sino también una interpretación de los sucesos observados. Aquí, como siempre, existe la tentación de torcer los hechos para acomodarlos a alguna teoría preconcebida. Esta fuente de error no es privativa del autor original del documento; también afecta al lector que intenta una crítica interpretativa del documento. Como bien dice Fustel de Coulanges: "Algunos estudiantes comienzan por formarse una opinión . . . y sólo después empiezan a leer los textos. Corren así el gran riesgo de no entenderlos en absoluto o de entenderlos erróneamente. Lo que sucede es que se desarrolla una especie de disputa tácita entre el texto y las opiniones preconcebidas del lector; la mente se resiste a aprehender lo que es contrario a su idea, y el resultado de la lucha no es, por lo común, que la mente se rinda a la evidencia del texto, sino que el texto ceda, se tuerza y se acomode a la opinión preconcebida." [20] No cabe duda de que el científico experimental puede verse tentado en ocasiones a torcer de manera similar los hechos, pero la posibilidad de verificación de sus afirmaciones, mediante la referencia a otros observadores y las subsecuentes deducciones de su teoría, son salvaguardas de que carece el historiador.

Un documento no tiene que ser aceptado o rechazado *en bloc*. Si bien algunas partes del registro pueden ser indudablemente exactas, otras pueden no ser confiables debido a las peculiaridades personales del autor, o al hecho de que, si bien estaba en una posición que le permitía observar alguna parte de los acontecimientos que registra,

[20] *Monarchie franque*, p. 31, véase también LANGLOIS y SEIGNOBOS, *op. cit.*, p. 144 *n*.

puede que ése no fuera el caso en lo tocante a otras partes. Así, pues, es necesario que el documento sea analizado en sus diversas afirmaciones constituyentes, de modo que cada una de ellas pueda ser examinada y sometida a prueba separadamente. Con la práctica, estas operaciones pueden ejecutarse con rapidez, pero no por eso son lógicamente menos importantes. En relación con cada afirmación, es necesario preguntarse si el autor tuvo algún incentivo para dar una falsa representación de los hechos, y en caso de que no lo tuviera, si se hallaba en una posición que le permitiera conocerlos. La *autenticidad* no debe confundirse con la *sinceridad*. Las *memorias* de los hombres de Estado, cuya posición les permitía conocer los hechos con exactitud, pueden sin embargo ser inexactas a causa de la vanidad del autor.[21] Puede haber en ocasiones otra fuente de error, debida a la predilección del autor por los incidentes dramáticos que no ocurrieron en las ocasiones reales que él describe.

Del mismo modo que las ciencias empíricas se han desarrollado a partir del conocimiento del sentido común, así la historia se ha desarrollado a partir de la tradición. No hay una interrupción súbita. Pero así como la ciencia, en su forma desarrollada, es algo más que el sentido común organizado, también la historia es algo más que la tradición con conciencia de sí misma y, por lo tanto, con actitud crítica.

[21] Las *Memorias* de Metternich constituyen un buen ejemplo.

XX. LA NATURALEZA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

"No me cabe duda alguna de que nuestra finalidad última debe ser la de describir lo sensorial en términos de lo sensorial."
—J. H. POYNTING

§ 1. *La explicación en el nivel del pensamiento del sentido común*

LA EXIGENCIA de una explicación para una situación o un hecho es una exigencia de que la situación o el hecho se haga inteligible. El método científico es el medio por el cual se logra la inteligibilidad, de modo que a lo largo de nuestro examen del método nos hemos interesado en las condiciones comprendidas en la explicación. Pero, hasta ahora, hemos considerado esas condiciones sólo desde el punto de vista del *descubrimiento* del tipo de orden apropiado a lo que se observa. Ahora tenemos que considerar el uso de estos descubrimientos para *explicar* los hechos. Explicar es ofrecer una respuesta a una pregunta definida. La satisfactoriedad de la respuesta dependerá en parte del conocimiento que posee el interrogador. Al buscar una explicación, éste trata de descubrir una conexión entre lo que ha de ser explicado y algo que ya entiende. Lo que nos es familiar se considera generalmente entendido, de modo que, en su forma más simple, la respuesta a la pregunta consiste en señalar una conexión entre el hecho que debe ser explicado y algo que nos es familiar. Cuando, por ejemplo, el hombre ordinario le pide a un experto que explique algún hecho, el experto probablemente replicará estableciendo una analogía entre algún conjunto de hechos que nos es familiar y los hechos que deben ser explicados. Tales explicaciones por analogía son muy corrientes en las exposiciones populares de la ciencia. Por ejemplo, el profesor Andrade explica la manera en que se analiza la luz con el espectroscopio por medio de la siguiente analogía: "La manera de analizar una luz, como se le llama, consiste en usar un instrumento que separa los diferentes colores y coloca a cada uno en lugar diferente. Para obtener una ilustración aproximada de lo que esto significa, supóngase que los boletos para las diferentes secciones de un teatro se imprimen en diferentes colores . . . Fuera del teatro tenemos una multitud que transita, correspondiente al rayo de luz mezclada, pero dentro del teatro los diversos colores son separados y sabemos,

por los lugares en que se sientan las personas, de qué color eran sus boletos. Un instrumento que separa la luz se llama un espectroscopio, o, si es adecuado para el registro fotográfico, un espectrógrafo. La luz que entra es dilatada en una banda, en la que cada longitud de onda tiene su propia posición, y hasta un enfermo de daltonismo podría decir qué colores están presentes en la luz según los lugares en que la luz aparezca." [1] La utilidad de tales explicaciones depende claramente de la exactitud de la analogía. Si ésta produce asociaciones erróneas, será engañosa. Muchas explicaciones populares del principio de relatividad adolecen de tales defectos. [2]

Las analogías ilustrativas le han sido sumamente útiles al propio experto al permitirle aprehender un conjunto de hechos como constituyentes de un sistema que él puede entender. Por ejemplo, la teoría de la estructura atómica de la materia hace inteligibles tales hechos como la contracción y expansión de los gases y los sólidos. Así, dice el profesor Poynting: "No me cabe duda alguna de que primero se imaginó que la hipótesis atómica escapaba a la necesidad de considerar la expansión y contracción de la materia sólida y líquida como hechos simples, inexplicables y últimos. Si la materia fuese continua, así tendrían que ser considerados. Pero imagínese que la materia consiste en átomos separados, que la contracción es tan sólo un acercamiento de los miembros del grupo y la expansión es tan sólo una separación. Las hemos explicado asemejándolas a lo que observamos todos los días en una multitud de seres humanos o en una bandada de pájaros". La explicación consiste, aquí, en asemejar los movimientos de los átomos a los movimientos de la gente en una multitud, en que las personas pueden apretarse más o menos entre sí. El movimiento dentro de una multitud, *siéndonos familiar*, es inteligible. [3] El descubrimiento de la semejanza es el comienzo de la explicación. El hecho ininteligible es el hecho aislado, irreductible y último. Buscamos conexiones. Por lo tanto, la mera afirmación de que tal o cual es siempre el caso, puede aceptarse como una explicación. [4] Por ejemplo, un nuevo elector

[1] *The atom*, p. 56 (*Benn's Sixpenny Library*.)

[2] Por ejemplo, B. RUSSELL, *The A B C of Relativity*: "Todo el mundo sabe que, al estar en una escalera eléctrica, subimos más rápidamente si caminamos hacia arriba que si permanecemos inmóviles. Pero si la escalera se moviera a la velocidad de la luz (lo cual no sucede ni siquiera en Nueva York), llegaríamos a su término exactamente en el mismo momento, independientemente de que camináramos hacia arriba o permaneciéramos inmóviles" (p. 36). Este ejemplo es engañoso, puesto que un objeto material como una escalera eléctrica no podría moverse a la velocidad de la luz. El ejemplo suscita asociaciones engañosas.

[3] La utilización de *modelos* por parte del científico es una extensión de tal explicación por analogía. Es un paso hacia la descripción formal abstracta. *Cf.* pp. 357 y 453 del presente libro.

[4] El doctor Venn caracteriza tal respuesta como "ese escándalo para la naciente ciencia de la crianza de niños", pero, añade, "aun esta afirmación constituye una ayuda. La respuesta no se limita a repetir el fenómeno ob-

joven puede preguntar por qué cierto político ha dedicado la mayor parte de sus discursos electorales a denigrar a sus adversarios. Puede darse por satisfecho con la respuesta de que los políticos siempre se comportan de esa manera. En la medida en que esta respuesta parezca satisfactoria, ello se debe a que relaciona el hecho dado con el hecho general de las características que los políticos poseen. El hecho deja de ser aislado y, como tal, ininteligible; ahora se le reconoce como un caso de una conexión uniforme. Si el elector prosiguiera sus indagaciones preguntando *por qué* los políticos se comportan así, se le daría respuesta si se señalara que el efecto de tal comportamiento es la disminución de la confianza del oyente en los adversarios del orador y, en consecuencia, en la obtención de votos para éste. Tal explicación toma la forma de una referencia a un propósito. Si el interrogante entiende la naturaleza de este propósito y está familiarizado con las características mentales del electorado, la explicación será completa. Estamos tan familiarizados con la acción guiada por propósitos, que una explicación en términos de propósitos siempre es aceptable, en tanto que la apelación al valor implícito en el propósito se reconoce como algo final. A esto se debe que la concepción medieval del orden teleológico tuviese tal poder explicativo que tendía a frenar la indagación ulterior. [5] Desde este punto de vista, la explicación da respuesta a la pregunta *por qué* y encuentra su terminación natural en la afirmación de propósito. Allí donde no buscamos un propósito, la explicación toma la forma de exhibición de conexiones y termina en la más amplia coordinación de hechos posible en la etapa dada de conocimiento.

Podemos decir, entonces, que la ocurrencia de X queda explicada cuando se muestra que siempre que A ocurre, X ocurre, y que A ha ocurrido. Tal explicación consiste en mostrar que X es un caso de una conexión uniforme. La *uniformidad* de la conexión es lo importante. Si el lino, al ser sumergido en aceite, algunas veces se volviera semitransparente y algunas veces permaneciera opaco, no podríamos explicar la apariencia transparente haciendo referencia a la inmersión en aceite. Puesto que el sentido común está familiarizado con la noción de uniformidades causales, y puesto que el pensamiento del sentido común se mueve principalmente en el nivel de la determinación causal, la explicación que tome esta forma será aceptable. Para explicar la propia uniformidad causal, buscamos una uniformidad más amplia de la cual la uniformidad dada sea un caso. Así, la elevación del agua en una bomba queda explicada al mostrarse que es un caso de las leyes de la presión atmosférica. Lo menos general queda así explicado al ser deducido de lo más general. Mientras más amplia —es decir, mientras más comprehensiva— sea la generalización, mayor será su poder explicativo. Desde el punto de vista de la explica-

servado; en cierta medida generaliza lo que, para el niño, parece nuevo a la experiencia." (*Empirical Logic*, p. 499.)

[5] *Cf.* capítulo XIII del presente libro.

ción, se acostumbra distinguir las uniformidades, o leyes, en tres clases (i) leyes últimas; (ii) leyes derivativas, o sea, leyes que son casos de leyes más generales, de las cuales pueden ser deducidas; (iii) leyes empíricas, o sea, uniformidades de las que no se ha demostrado que son casos de leyes más generales. Tales leyes empíricas siguieron siendo hechos generales sin interrelación.

§ 2. *La finalidad de la ciencia*

Antes de que podamos decidir si una teoría científica es explicativa, debemos hacer el intento de determinar la finalidad de la ciencia. Si la explicación es el objetivo que el científico se propone alcanzar, ¿qué forma toma esta explicación? Si el científico no busca la explicación, ¿cuál es su finalidad? Así como el sentido común no tiene sino una vaga idea acerca de lo que es la ciencia, del mismo modo concibe erróneamente la finalidad del científico. Para el hombre ordinario, que es esencialmente práctico, la importancia de la ciencia puede resumirse en el aforismo de Bacon: "Conocimiento es poder." De consiguiente, se considera a menudo que el propósito de la ciencia consiste en obtener dominio sobre las fuerzas de la naturaleza. De aquí que los millonarios frecuentemente concedan becas para la investigación científica. Pero, como lo sabe todo estudiante de ciencia, el dominio práctico sobre la naturaleza es un producto secundario de la indagación científica. La finalidad del científico consiste simplemente en entender; él trata de hacer inteligibles los datos sensoriales que constituyen su dato primordial. De consiguiente, si por "explicación" se da a entender el logro de tal entendimiento, entonces toda teoría científica es explicativa. Los científicos, sin embargo, son afectos a afirmar que la ciencia no *explica*, sino que *describe*. Son propensos a elucidar esta afirmación diciendo que la explicación da respuesta a la pregunta *por qué*, y la ciencia a la pregunta *cómo*. Esto es suponer que la explicación toma necesariamente la forma de exhibir propósitos. Si así fuese, la ciencia ciertamente no podría explicar. Pero la explicación que consiste en atribuir propósitos y una teoría científica bien construida tienen en común que satisfacen al interrogador. [6] Una explicación que atribuye un propósito es intelectualmente satisfactoria tan sólo en la medida en que hay referencia a un valor que se considera último. En este caso, no se pueden hacer más preguntas. En el caso de la explicación que toma la forma causal, no existe límite determinado. Siempre es posible hacer otra pregunta *de la misma clase* acerca de la respuesta explicativa. En consecuencia, a medida que la ciencia se desarrolla, la forma de la pregunta cambia.

[6] Es quizá este elemento común de la satisfacción intelectual lo que explica el uso frecuente de expresiones como "este fenómeno es explicado por tal o cual cosa" incluso por parte de aquellos científicos que repudian con mayor vehemencia la sugestión de que la ciencia explica.

La explicación causal está limitada a las primeras etapas de una ciencia; es satisfactoria sólo en el nivel del conocimiento del sentido común organizado. Hay, entonces, una buena razón para distinguir entre la explicación del sentido común, ya sea de propósito o causal, y la explicación que ofrece una teoría científica. La segunda toma la forma de la descripción constructiva. [7]

Aquellos científicos que han insistido con mayor vehemencia en que la ciencia *sólo* describe, han estado interesados principalmente en las ciencias químicas y físicas. Esta concepción descriptiva de la ciencia parece haberse originado en una reacción contra la concepción de que la ciencia nos proporciona conocimientos sobre una realidad más última que la que se da en nuestra experiencia sensorial del mundo externo. No tiene caso proseguir con esta cuestión. Los científicos se asemejan al hombre ordinario al usar las palabras "realidad" y "real" de una manera tan vaga y oscura que las despojan de toda significación. A nosotros sólo nos interesa la relación de esta concepción descriptiva con el procedimiento del científico al construir teorías. Se recordará que Galileo elogió a aquellos hombres cuya viveza de juicio les permitía preferir los dictados de su razón a la evidencia de sus sentidos, mientras que al mismo tiempo condenaba a los profesores aristotélicos que se rehusaban a someter a prueba sus descubrimientos (de Galileo) usando sus ojos para ello. Hay aquí una aparente contradicción cuya consideración es sugestiva. La contradicción es sólo aparente, puesto que la insistencia de Galileo en la razón respondía a los intereses de una construcción matemática que conducía de regreso a los hechos sensoriales. La confianza de Galileo en sus deducciones matemáticas era, sin embargo, tan grande que lo inclinaba a considerar que la confirmación experimental era necesaria sólo para convencer a los objetantes estúpidos. La química se ha desarrollado rápidamente como una ciencia a consecuencia de su utilización de entidades imperceptibles. Existe, pues, la curiosa situación de que las ciencias experimentales avanzan rápidamente como resultado de la construcción de entidades hipotéticas e imperceptibles cuyas relaciones entre sí permiten al científico conectar los hechos sensoriales. Así, pues, el dato primordial debe hacerse inteligible por medio de deducciones matemáticas concernientes a entidades que no son observadas. Este procedimiento ha sido, sin duda alguna, de enorme valor para el avance de la ciencia. Ha tenido, sin embargo, el inconveniente de que sugiere una oposición entre la "realidad científica" —el mundo de los imperceptibles— y la "realidad sensorial" — el mundo que se da a nuestra experiencia sensorial. De consiguiente, algunos científicos como Mach, Ostwald y Karl Pearson han insistido en que el *único* mundo real es el mundo sensorial, y que las

[7] Estoy consciente de que puede parecer contradictorio hablar de una descripción *constructiva*, pero no sé cómo distinguir de otra manera entre la concepción que me parece correcta y la concepción de que la ciencia "*tan sólo* describe".

teorías científicas son tan sólo descripciones del mundo sensorial. La sugestión de esta concepción se le atribuye con frecuencia al gran físico alemán Kirchhoff, de quien Karl Pearson toma la famosa definición de la mecánica: "La mecánica es la ciencia del movimiento; definimos como su objeto la *descripción* completa, en la forma *más simple* que sea posible, de tales movimientos como los que ocurren en la naturaleza." [8] De acuerdo con cualquier significado ordinario de la palabra "descripción", la definición de la mecánica de Kirchhoff sería absurda. Una descripción *completa* de los movimientos naturales es imposible, y si no fuera imposible sería inútil, pues la finalidad de la ciencia, como hemos insistido, es la de hacer los datos primordiales inteligibles por medio de la exhibición de su modo de conexión. Sin abstracción esto sería imposible, pero una descripción completa no permitiría la abstracción. Mach admite la necesidad de la abstracción, pero funda esta necesidad en otra necesidad: la de economizar pensamiento. Él insiste en que la finalidad de la ciencia es "reemplazar, o *ahorrar*, experiencias por medio de la reproducción y prefiguración de hechos en el pensamiento. La memoria es más fácil de manejar que la experiencia, y con frecuencia responde al mismo propósito. Esta función económica de la ciencia, que llena toda su vida, es aparente a primera vista." Mach llega a la conclusión de que "en la reproducción de los hechos en el pensamiento, nunca reproducimos los hechos de manera total, sino sólo aquel aspecto de ellos que es importante para nosotros, moviéndonos a esto, directa o indirectamente, un interés práctico. Nuestras reproducciones son invariablemente abstracciones. He aquí también una tendencia económica." [9] Ciertamente, una descripción completa podría ser cualquier cosa, pero no económica. De consiguiente, Mach se vio llevado a poner énfasis no en lo completo, sino en lo económico. Admitió sin reparos que "no hay un solo resultado de la ciencia que, como cuestión de principios, no se hubiera podido obtener sin seguir método alguno. Pero, en realidad, dentro del breve término de una vida humana y con los limitados poderes de la memoria del hombre, cualquier cantidad de conocimiento digno de tal nombre es inalcanzable excepto por medio de la *mayor* economía mental. La ciencia misma, por lo tanto, puede considerarse como un problema mínimo, consistente en la presentación de los hechos con el *menor gasto posible de pensamiento*." [10]

Esta concepción de la finalidad de la ciencia pasa por alto lo más importante. Las teorías científicas no son artificios para economizar memoria, ni la función primordial de la abstracción es la de economizar pensamiento. La finalidad de estas teorías es el entendimiento; la función de la abstracción es la de revelar caracteres generales. El científico busca la forma; la economía de pensamiento resultante del descubrimiento de la forma es un producto secundario de la activi-

[8] *The grammar of science*, p. 115.
[9] *The science of mechanics* (traducción al inglés), pp. 481-482.
[10] *Ibid.*, p. 490.

dad del científico. La actitud de Mach parece apoyarse en una concepción errónea fundamental. Los descripcionistas parecen deseosos de sostener que, independientemente de que una teoría científica pueda ser otra cosa, cuando menos no es una explicación. Pero su concepción de la explicación es algo burda. Karl Pearson parece suponer que *explicar* es siempre contestar a la pregunta *por qué*, y que el rechazo de la concepción de una ley científica como un *mandato* equivale a concebirla como una *descripción*. Así, dice: "la ley científica es una descripción, no una prescripción". [11] Ciertamente no es una prescripción. Nadie en nuestros días considera las leyes científicas como mandatos. El que hayan de ser consideradas como descripciones depende del significado que se le dé a "descripción". Los científicos de que hemos estado hablando parecen desear, principalmente, oponer la descripción a la explicación, habiendo concebido primero erróneamente la naturaleza de la explicación. No vale la pena disputar acerca de una palabra. Pero hay un sentido de "descriptivo" —y sucede que es el sentido más usual— en el que *algunas* teorías científicas son descriptivas. Empero, un examen de esas teorías revela que ellas no logran satisfacer el ideal del científico. Una teoría satisfactoria no es *meramente* descriptiva; es también constructiva. A la consideración de tales teorías dedicaremos el siguiente párrafo.

§ 3. *Descripciones constructivas*

Al decir que la finalidad del científico es ofrecer una descripción *constructiva*, queremos distinguir entre una teoría *meramente* descriptiva y una teoría que sea algo más que una descripción. Un ejemplo puede hacer más clara esta distinción. Para este fin consideraremos las teorías de Ptolomeo y Copérnico, mencionadas en el capítulo XVI, con referencia al desarrollo subsecuente de la teoría astronómica. Señalamos que la teoría copernicana es preferible a la ptolomeica tanto en razón de su mayor sencillez como de su susceptibilidad de desarrollo más fructífero. Se recordará que la teoría ptolomeica ofrecía una descripción matemática de los movimientos planetarios en la cual podían hacerse encajar los cuerpos celestiales de nuevo descubrimiento, siempre y cuando se introdujeran nuevos epiciclos. Sería posible, sobre la base de este sistema, calcular las posiciones relativas del sol, la luna y los planetas en fechas futuras, y predecir así eclipses más o menos exactamente. Pero este esquema descriptivo sólo podía producir lo que previamente se había puesto en él. Por ejemplo, sería impotente para predecir los movimientos de cualesquiera cometas errantes que pudieran aparecer. De tal suerte, la posibilidad de su desarrollo era sumamente limitada. La teoría heliocéntrica copernicana no sólo permitía el desarrollo deductivo, sino que conectaba todos los diversos movimientos cíclicos completados en un solo año median-

[11] *The grammar of science*, p. 87.

te la demostración de que dependen de un solo acontecimiento: el movimiento de la Tierra. Así, pues, la teoría copernicana, a diferencia de la ptolomeica, es constructiva; hace inteligibles estos movimientos al exhibir que están interrelacionados. Sobre la base de la teoría copernicana, Kepler llegó a su descubrimiento de las tres leyes del movimiento planetario, ahora llamadas leyes de Kepler. Éste comparó las posiciones observadas de Marte (según las registró el gran observador astronómico Tycho Brahe) con sus posiciones pronosticadas en los almanaques copernicanos. Encontró una discrepancia que no podía ser explicada según el esquema recibido. Por lo tanto, puso en tela de juicio el supuesto, común a Ptolomeo y Copérnico, de que las órbitas planetarias eran circulares. Es bien sabido que, habiendo tratado diecinueve curvas posibles, Kepler descubrió que todas las posiciones observadas podían hacerse encajar en una elipse, que es no sólo la curva más simple posible, sino que también sugiere descubrimientos adicionales. Es importante observar que ésta es una descripción constructiva. Es *descriptiva,* pues depende de la observación exacta y es verificada por ésta en cada etapa; es *constructiva,* puesto que hace inteligibles estos movimientos.

Carecemos de espacio aquí para seguir los descubrimientos de Kepler. Basta señalar que la primera ley de Kepler condujo a éste al descubrimiento de la segunda. Kepler, sin embargo, no pudo advertir que la tercera ley está conectada con las otras dos. La consideró como una relación numérica independiente. La gran importancia de las leyes de Kepler consiste en que ellas hicieron posible el descubrimiento de la ley de la gravitación de Newton. [12] Desde el punto de vista

[12] Este desarrollo puede resumirse brevemente aquí. Las leyes de Kepler son: (1) La órbita de un planeta alrededor del sol es una elipse con el sol en un foco. (2) La línea recta que une al planeta con el sol cubre áreas iguales en tiempos iguales, es decir, que los movimientos planetarios guardan conformidad con la ley de las áreas. (3) El cuadrado del tiempo requerido por cualquier planeta para describir su órbita es proporcional al cubo del eje mayor de la elipse descrita. La segunda ley sugiere que hay una fuerza dirigida en todo momento a lo largo de la línea que une el sol y el planeta. Esta fuerza debe de estar dirigida hacia el sol, puesto que la órbita es una curva cerrada. Newton, considerando la primera y la tercera leyes juntas, pudo determinar la ley numérica precisa de la atracción del sol. Puesto que el movimiento elíptico está referido al sol, no era irrazonable suponer que entre la luna y la Tierra existía una atracción similar. De una manera parecida Newton pudo mostrar que el peso de una pelota de cricket, por ejemplo, se debe a la atracción de la Tierra. Además mostró que toda partícula de materia en la Tierra atrae a toda partícula de materia en la pelota. Así, el fenómeno del peso se explica con base en el supuesto de que *toda* partícula de materia atrae a *toda otra* partícula de materia. Por lo tanto, Newton llegó a formular su ley de la atracción universal de la siguiente manera: "Toda partícula de materia atrae a toda otra partícula con una fuerza que varía directamente como el producto de sus masas e inversamente como el cuadrado de la distancia que las separa." No es necesario para nuestros fines,

del cual nos interesan estos descubrimientos, la importancia de la ley newtoniana de la inversa del cuadrado puede resumirse en la afirmación de que logró formular una sola regla que explicara completamente los movimientos planetarios. De esta ley pueden deducirse las leyes de Kepler. Además, pudo demostrarse que las elipses no son las únicas órbitas posibles; pueden ser, bajo otras circunstancias, parábolas o hipérbolas. Así, pues, los movimientos de los cometas pueden colocarse dentro del mismo esquema descriptivo. Este esquema es, en realidad, una síntesis constructiva. Todos los hechos incluidos en la descripción matemática de Ptolomeo, en el esquema heliocéntrico de Copérnico y en las tres leyes de Kepler fueron encajados en el sistema newtoniano. Pero no sólo fueron encajados; pudieron ser deducidos de él, y, teóricamente, pudieron haber sido deducidos *antes* de haber sido observados.

No es difícil advertir que la teoría de Newton es una descripción constructiva. Aquí sólo es posible enumerar algunos de los hechos que están conectados en el sistema newtoniano en una forma tal que hace su conexión *inteligible*. De acuerdo con él, la órbita de un cometa puede ser deducida, dado que conozcamos una posición instantánea del cometa y su velocidad relativa al sol. Se demuestra que la precesión de los equinoccios es una consecuencia de la forma radialmente asimétrica de la Tierra y de la ley de la inversa del cuadrado. Hechos aparentemente desconectados e independientes tales como el fenómeno de las mareas, los movimientos planetarios, la precesión de los equinoccios, el fenómeno del peso, los movimientos de los ciclones, quedan revelados como consecuencias de la ley de la atracción universal. Tal poder deductivo es la señal de una descripción constructiva. Importa poco que usemos o no la palabra "explicativa" para tal teoría. Lo que importa es que, mediante su comprehensividad, por su fecundidad para conducir a nuevos descubrimientos, para sugerir nuevos experimentos y para conectar lo anteriormente inconexo, esta teoría alcanza la finalidad de la ciencia al hacer inteligible la multiplicidad del hecho sensible. Acerca de tal teoría puede decirse que *explica* los hechos sensoriales que constituyen sus datos, puesto que ella no sólo se basa en ellos sino que conduce deductivamente de regreso a ellos. Además, como hemos visto, conduce a otros hechos sensoriales que no eran conocidos y por lo tanto no formaban parte de los datos originales.

La señal de una descripción constructiva es su sencillez y su consecuente falta de supuestos no verificados. *Todos* los hechos deben ser deducibles de ella. Una sola discrepancia entre la teoría y un hecho sensorial es capaz de conducir a su rechazo. Este punto es digno de consideración. Podemos ilustrarlo mediante un ejemplo sencillo. Se recordará que se observó una irregularidad en la órbita de Urano conforme ésta fue calculada de acuerdo con la teoría de Newton. Esta irregu-

ni disponemos del espacio suficiente para referirnos a las leyes del movimiento de Newton, mostrar su conexión con su teoría.

laridad constituía un hecho discrepante que requería explicación. Había dos maneras de evitar la discrepancia. La primera consistía en rechazar la teoría (o sea, la ley de Newton) con la cual discrepaba el hecho. La segunda consistía en introducir una hipótesis *ad hoc* que explicara la irregularidad de tal manera que eliminara la discrepancia. La teoría newtoniana estaba tan bien confirmada y había conducido a triunfos tan grandes, que por entonces era inconcebible abandonarla. Es bien sabido que la segunda alternativa fue adoptada. Pero —y éste es el punto que nos interesa ahora— la hipótesis de que estas perturbaciones eran debidas a otro planeta, era una hipótesis *ad hoc*. Una hipótesis *ad hoc* es una hipótesis que se introduce a fin de explicar un solo hecho que no encaja en el resto de la teoría. No es sugerida por el desarrollo de la teoría misma. Si podemos recurrir a una hipótesis *ad hoc* cada vez que hay una discrepancia entre la teoría y el hecho, entonces podemos explicarlo todo y no podemos pronosticar nada. Una hipótesis *ad hoc* necesariamente explica el hecho discrepante dado, puesto que ha sido introducida con ese único propósito. Pero su poder explicativo es limitado; por lo general se reduce al solo hecho que hizo necesario recurrir a ella. En el caso de la *hipótesis de Neptuno* esta objeción no fue válida, puesto que Neptuno fue *observado* subsiguientemente. Así se confirmó la hipótesis y se mostró que el hecho discrepante estaba de acuerdo con la teoría de Newton. Esta confirmación constituye otro ejemplo notable de la constructividad de esta teoría. Puede señalarse que Le Verrier posteriormente sugirió otra hipótesis *ad hoc*, a saber, que las irregularidades en la órbita de Mercurio se debían a un planeta interior, al que se adelantó a llamar Vulcano. Pero las observaciones cuidadosas no han logrado revelar tal planeta, de modo que la hipótesis está desprestigiada. [13]

La otra alternativa antes mencionada para tratar un hecho que discrepa con una teoría, consistía en rechazar los supuestos fundamentales en que se basaba la teoría. Éste fue el camino que siguió Einstein para explicar el resultado negativo del experimento de Michelson y Morley para precisar la velocidad de la Tierra relativa al éter. [14] A pesar del enorme interés que la teoría de la relatividad de Einstein encierra para los estudiantes del método científico, no podemos seguir aquí su desarrollo. Todo lo que podemos hacer es llamar la atención hacia dos puntos de gran significación metodológica. Tenemos, primero, el hecho de que la discrepancia era sumamente pequeña; con todo, entrañaba *o bien* una multiplicación de hipótesis *ad hoc*, *o bien* una alteración radical de supuestos fundamentales. El que un experimento sumamente delicado necesite tal resultado es

[13] Las irregularidades en la órbita de Mercurio han sido explicadas ahora por la hipótesis de Einstein.

[14] El resultado negativo mostró experimentalmente que el movimiento de la Tierra no tiene influencia alguna sobre la propagación de la luz sobre la superficie de la Tierra. (Véase MAX BORN, *Einstein's theory of relativity*, capítulo v, § 14.)

posible únicamente en una etapa avanzada de una teoría científica, es decir, sólo cuando la teoría es al mismo tiempo una coordinación comprehensiva de los hechos y es en sí misma una guía para nuevas indagaciones experimentales; en otras palabras, sólo allí donde tal teoría científica es una descripción constructiva. El segundo punto de significación metodológica consiste en que la segunda de las dos alternativas fue la preferible. Pese al éxito y al inmenso prestigio de la descripción constructiva de Newton, ésta tenía que ser rechazada bajo la presión de los hechos experimentales *a menos* que fuera salvada por la suposición de hipótesis *ad hoc.* Una consideración del procedimiento de Einstein ilustra las condiciones bajo las que pueden ser admisibles hipótesis *ad hoc* en una descripción constructiva. Esto puede ponerse de manifiesto mediante una comparación con la *hipótesis de Neptuno.* Cuando, como en este caso, la hipótesis *ad hoc* es verificable y sugiere una explicación de la discrepancia que es de una clase que ya no es familiar, entonces la hipótesis no es objetable. No está en conflicto con la finalidad de la ciencia. Sin embargo, cuando es esencialmente inverificable porque sugiere lo que trasciende a la observación o apela a efectos que se neutralizan entre sí (como era el caso de la contracción *Lorentz-Fitzgerald*), entonces no es admisible excepto como un *pis aller.* Una multiplicación de hipótesis *ad hoc* es contraria a la finalidad de la ciencia, que busca la mayor coordinación posible de hechos. Toda hipótesis *ad hoc* adicional señala un colapso de la coordinación. Supóngase, por ejemplo, una teoría X de la cual discrepa un hecho dado *f*. Podemos suponer que hay alguna influencia A (misteriosa o no) que explica a *f*, como en el caso de la *hipótesis de Neptuno*. Pero, en una investigación subsiguiente, A debe tomarse en cuenta. X combinada con A conducirá deductivamente a *f*, puesto que A fue invocada con este propósito; pero la combinación XA puede producir *otros* resultados diferentes de aquellos que produciría X sola. Estos resultados pueden discrepar de XA, aunque no habrían discrepado de X sola o de una modificación de X distinta de su combinación con A. Entonces será necesario introducir otra hipótesis *ad hoc,* B. Este procedimiento puede continuar indefinidamente. La teoría, combinada con estas hipótesis *ad hoc,* habrá dejado de ser una descripción constructiva. No permitirá ya la prefiguración de los hechos y no será, por lo tanto, una guía para la investigación experimental. Ahora bien, si los supuestos iniciales sobre los que se basaba X pueden ser modificados de tal manera que las discrepancias desaparezcan sin la postulación de hipótesis *ad hoc,* esta modificación estará de acuerdo con la finalidad de la ciencia. Tal modificación puede ser leve, o puede ser tan grande que constituya un rechazo total de X, como fue el caso con la teoría del flogisto.

Es claro que mientras mayor sea el grado de coordinación alcanzado por una teoría, más susceptible es ésta de ser destruida por una pequeña discrepancia. Una descripción constructiva posee un alto grado de

coordinación; es coherente respecto de una gama coherente de hechos. Se desprende de ello que una descripción constructiva es más frágil que una descripción obtenida a duras penas por medio de hipótesis *ad hoc*; sin embargo, a pesar de su fragilidad, es más satisfactoria para el científico que aspira a lograr una teoría comprehensiva capaz de anticipar la experimentación y pronosticar lo que se observará. Una teoría *meramente* descriptiva no tiene necesidad de rechazar hipótesis *ad hoc*; una teoría que sea una descripción *constructiva* debe rechazarlas.

XXI. EL PROBLEMA DE LA INDUCCIÓN

"En verdad parece que hemos dado con el plan general del mundo material, no importa cuán inadecuado sea nuestro conocimiento de los detalles. Y ese plan general, que nos es sugerido incluso por una observación superficial de la naturaleza, ha mostrado ser susceptible de enunciación en una forma más y más rígida y exigente a medida que estudiemos más y más cuidadosamente la naturaleza." —C. D. BROAD

§ 1. *La fe del científico*

Puesto que la finalidad del científico consiste en coordinar los hechos de la experiencia sensorial de manera que pueda entenderlos, se desprende de ello que el científico cree que estos hechos son susceptibles de tal coordinación, no importa cuán difícil pueda ser su descubrimiento. El científico, pues, cree que la búsqueda cuidadosa conducida a lo largo de los lineamientos correctos revelará un orden inteligible en la naturaleza; admite que este orden no es aparente y que constantemente encuentra una multiformidad allí donde esperaba encontrar una uniformidad. Ve que aquello que parece ser la *misma* causa produce *diferentes* efectos, y que aquello que parece ser el *mismo* efecto es producido por *diferentes* causas. Pero sostiene que esto es sólo una apariencia y que, si mira con más detenimiento, encontrará, en el primer caso, diferencia parcial en la pretendida causa, y, en el segundo caso, diferencia parcial en el pretendido efecto. No es sólo que él se niegue a usar las *palabras* "causa y efecto", a menos que éste fuera el caso; cree que un acontecimiento está de tal modo relacionado con otro, que el acontecer del uno justifica que él espere el acontecer del otro. Si ésta fuera una descripción correcta de la actitud del científico, podríamos estar de acuerdo con el profesor Whitehead en que "no puede haber ciencia viva a menos que haya una convicción instintiva y difundida en cuanto a la existencia de un *Orden de Cosas* y, en particular, de un *Orden de la Naturaleza*." [1] Si el científico creyera que todo sucede caóticamente, que las ocu-

[1] *Science and the Modern World*, p. 5.

rrencias naturales no son susceptibles de ningún tipo de orden que él sea capaz de descubrir, se sentiría impotente frente a la Naturaleza y no tendría motivos para emprender búsquedas. La creencia de que hay uniformidades *descubribles* en la Naturaleza es una creencia esencial a la labor del científico. Esto lo pone de manifiesto el hecho de que la ciencia no comienza hasta que los hombres han descubierto, o creen haber descubierto, lo que en el capítulo xv llamamos las "uniformidades menores de la Naturaleza". El profesor Whitehead llega incluso a decir que "los increíbles esfuerzos de los científicos no tendrían esperanza" si no fuera por "la inexpugnable creencia de que todo acontecimiento detallado puede ser correlacionado con sus antecedentes de una manera perfectamente definida que ejemplifique principios generales".[2] Ésta es, quizá, una afirmación excesiva. El científico está bien dispuesto a dejar fuera de su explicación algunos detalles que no encajen en su esquema. Así, por ejemplo, el físico ignora los aspectos cualitativos de la experiencia, tales como el color, el calor y el sonido; y el fisiólogo está dispuesto a ignorar la mente. Pero es cierto que el científico se propone correlacionar un acontecimiento con otro de tal modo que su conexión sea inteligible. Este deseo de entender lo que sucede conduce al procedimiento que describimos en el capítulo xviii, por medio del cual el científico sustituye la variación cuantitativa por la variedad cualitativa. El propósito de esta sustitución es exhibir lo que sucede como ejemplificación de principios generales, es decir, como obediencia a las leyes. Así, pues, la fe del científico puede resumirse en la siguiente afirmación: *Lo que acontece, acontece de acuerdo con leyes, y estas leyes son de tal naturaleza que podemos descubrirlas.*

Es importante observar que estos dos artículos de fe son, ambos, necesarios a la ciencia. No basta con que la naturaleza sea ordenada; es necesario además que este orden sea *descubrible por nosotros.* La ciencia, ciertamente, no es sino la búsqueda de un orden que no es aparente.[3] Pero si la naturaleza exhibiera un tipo de orden de complejidad inimaginable, las mentes finitas no podrían descubrirlo. Por consiguiente la segunda norma de fe del hombre de ciencia requiere que se cumplan determinadas condiciones. El doctor Broad ha expresado esto tan bien que podemos reproducir totalmente su afirmación:

> "La inteligibilidad del mundo existente sí implica que éste y todas sus partes obedezcan las leyes de la lógica; pero hace falta algo más que esto. La naturaleza podría obedecer las leyes de la lógica; pero, a menos que se satisfagan cuando menos dos condiciones adicionales, todavía sería un caos ininteligible para el investigador científico. La primera condición es que los cambios estén sujetos a leyes generales, tales como las leyes del movimiento, la gravitación, etcétera. Esto no está implicado en forma

[2] *Loc. cit.*, p. 17.

[3] *Cf.* capítulo xiii, § 1 del presente libro.

alguna por el hecho de que la naturaleza obedece las leyes de la lógica. Pero esto no es suficiente. La naturaleza podría obedecer las leyes de la lógica y todo cambio en lo existente podría ser sujeto a leyes generales, y sin embargo la naturaleza podría ser totalmente ininteligible. Las leyes podrían ser demasiado numerosas o demasiado complejas para que pudiésemos desentrañarlas; podrían ser de tal índole que fuera prácticamente imposible para nosotros aislar cualquier fenómeno del resto, incluso en un primer grado de aproximación; o, por otra parte, nuestra situación en la naturaleza podría ser tan desafortunada que nuestras sensaciones nos vinieran en tal orden que no pudieran revelarnos las leyes que realmente están presentes en la naturaleza. El científico que suponga que la naturaleza es y seguirá siendo siempre inteligible, debe suponer, por lo tanto, que la naturaleza obedece otras leyes además de las de la lógica; que éstas son de tal clase que podremos desentrañarlas si lo intentamos pacientemente, y que no estamos fijados en un rincón tan excepcional de la naturaleza o tan mal dotados de órganos sensoriales, que todos nuestros esfuerzos hayan de ser vanos." [4]

El procedimiento de la ciencia se basa en el supuesto de que el mundo existente satisface estas condiciones. El científico tiene fe en la idoneidad de su experiencia sensorial para revelar un orden en la naturaleza que se extiende más allá de los límites de su propia experiencia. La ciencia implica abstracción. El científico necesita aislar, hasta cierto punto, el fenómeno que investiga. Él cree que esta abstracción no entraña desfiguración. Cree también que su situación en la naturaleza no es tan peculiar que le impida generalizar más allá de los límites de la experiencia humana.

Hay otro artículo en la fe del científico. Él cree en la simplicidad de la naturaleza. En la medida en que cierto grado de simplicidad es necesario a fin de que las leyes naturales sean descubiertas, la creencia en la simplicidad se desprende de la creencia de que la naturaleza es inteligible. Esto puede llamarse simplicidad metodológica. Pero —como ya hemos visto— el científico va más allá de esto, pues él acepta la simplicidad como un *criterio* que le permite escoger entre diferentes tipos de orden concebible que podrían ser igualmente apropiados a los hechos sensoriales. Él cree en una simplicidad ideal. Esta preferencia por la simplicidad es, sin duda, estética; pero el científico usualmente no vacila en afirmar que la naturaleza es "realmente simple". [5] De tal suerte, el científico cree que la naturaleza no sólo es inteligible, sino también bella. [6]

[4] *The mind and its place in nature*, pp. 509-510.

[5] Véase capítulo xx, § 3 del presente libro.

[6] *Cf.* POINCARÉ, *Science and method*: "El científico no estudia la naturaleza porque sea útil hacerlo. La estudia porque se complace en ella, y se complace en ella porque es bella. Si la naturaleza no fuese bella, no valdría la pena conocerla y la vida no valdría la pena de vivirse. No hablo, desde

§ 2. *El problema de la justificación*

Las creencias que constituyen la fe del científico no son todas ellas de la misma clase, pero son iguales en cuanto que no pueden ser probadas. Debemos distinguir entre dos clases. Por una parte están los supuestos que se desprenden de la creencia en la inteligibilidad de la naturaleza. Puesto que la primera condición de la ciencia es que el método científico sea *posible*, estos supuestos pueden ser descritos como "los postulados del método científico". El examen de estos postulados plantea el problema especial del método inductivo, que consideraremos en el siguiente párrafo. Por otra parte están aquellas creencias que van más allá de los requisitos mínimos del método científico. Ahora debemos examinarlas.

Estas creencias toman la forma de "exigencias" de que la naturaleza debe conformarse a ciertas condiciones. La descripción de estas creencias como "exigencias" se debe al profesor L. J. Russell. Éste las considera como constituyentes de un "conjunto de generalizaciones que guían al investigador" y que son "tan extensas en su amplitud, tan generales en su naturaleza, tan tenazmente sostenidas frente a la evidencia contraria, que parecen expresar algo en la actitud del hombre ante los hechos y no los hechos mismos". Russell señala que estas exigencias se asemejan a las hipótesis en que son prefiguraciones de la experiencia, pero "se distinguen de las hipótesis en que son más truculentas. Son desafíos. Insisten en que las cosas deben ser de tal manera, y, si no son así, retan a todos los contendientes a mostrar cómo ello es posible." [7] Hay quizá otra característica que no menciona el profesor Russell y que distingue tales exigencias de los postulados del método científico. Estas exigencias, con la importante excepción de la exigencia de inteligibilidad, no parecen estar implicadas en la posibilidad de que exista ciencia alguna. Ellas afirman más bien que ciertas características muy generales son verdaderas

luego, de esa belleza que atrae a los sentidos, de las bellezas de las cualidades y las apariencias... A lo que me refiero es a esa belleza más íntima que viene del orden armonioso de sus partes y que una inteligencia pura puede aprehender... La belleza intelectual es autosuficiente, y es por ella, más quizá que por el bien futuro de la humanidad, que el científico se condena a largos y penosos trabajos. Es, pues, la búsqueda de esta belleza especial, el sentido de la armonía del mundo, lo que nos hace seleccionar los hechos más adecuados para contribuir a esta armonía; del mismo modo que el artista selecciona aquellos rasgos de su modelo que completan el retrato y le dan carácter y vida." (Traducción inglesa, p. 22.)

[7] *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XXIV, "Sience and Philosophy". El profesor Russell incluye en estas exigencias la exigencia de consecuencia y de no-contradicción. Me parece a mí, sin embargo, que estas exigencias puramente lógicas no se encuentran en las mismas condiciones que las demás, puesto que ellas implican principios que se presuponen en todo pensamiento. *Cf.* capítulo XXIV del presente libro.

acerca del universo. La justificación de estas exigencias es, por lo tanto, un problema para la metafísica. El examen de tal problema queda fuera de los límites de este libro. Con todo, el estudiante del método científico debe tomar nota de estas exigencias, puesto que ellas, en realidad, han influido en medida considerable sobre el procedimiento del hombre de ciencia. Y tampoco se advierte siempre claramente que ellas son de diferente clase que los postulados metodológicos. Estas exigencias han influido sobre el pensamiento científico al dar forma al ideal científico de la explicación y al conducir al hombre de ciencia al descubrimiento de ideas fecundas. Desde este punto de vista, estas exigencias podrían describirse como *principios reguladores* que guían el proceso de la investigación científica. Si se concediera, como seguramente debe concederse, que tales principios reguladores son operantes en el desarrollo de la indagación científica, entonces ninguna lógica puramente empírica es adecuada a la naturaleza del método científico. El defecto principal de la concepción del método científico de Mill radica en su falta de reconocimiento de la importancia de la hipótesis. La historia de la ciencia muestra claramente que los grandes descubridores son aquellos que han examinado los hechos a la luz de una hipótesis orientadora.[8] Es indudable que una idea preconcebida acerca de qué deben ser los hechos, puede estorbar al investigador en la determinación de qué *son* los hechos. Pero acercarse a los hechos sin ninguna idea preconcebida es emprender una indagación carente de dirección. El investigador que trabaja con éxito lo hace bajo la dirección de una idea orientadora, pero no fuerza a los hechos para que encajen en ella. Despreciar el papel que desempeña la hipótesis en la indagación científica equivale a cometer el estúpido error de olvidar que "los hechos" no se presentan simplemente por sí solos y que el orden que el científico busca no es aparente. Un lógico empírico que desprecia el valor de la hipótesis prestará muy escasa atención a la importancia de los principios reguladores. Nosotros, sin embargo, aceptaremos el supuesto —que la historia de la ciencia parece justificar ampliamente— de que los principios reguladores (o las "exigencias", como las llama el profesor Russell) son un elemento esencial del método científico.

Quizá sea imposible enumerar todas las exigencias, o principios reguladores, que han guiado al pensamiento científico. Sólo consideraremos dos grupos, a saber, las exigencias de identidad, de persistencia y de continuidad, y la exigencia de simplicidad.

Parece haber una tendencia muy arraigada en la mente humana a buscar lo que es idéntico, en el sentido de algo que persiste a través del cambio. En consecuencia, el deseo de explicación parece ser satisfecho únicamente por el descubrimiento de que lo que parece ser nuevo y diferente siempre fue así. Por lo tanto, la búsqueda de una identidad *subyacente*, una materia persistente, una sustancia que se conserva a despecho de los cambios cualitativos y en términos de

[8] *Cf.* capítulo XVI, § 2 del presente libro.

los cuales pueden ser explicados estos cambios. La identidad, tal como se la aplica a los objetos, implica la discreción. *Esto* permanece idéntico y es por lo tanto distinguible de *aquello*. La influencia de esta exigencia puede advertirse en la historia de las teorías atómicas de la materia y en la teoría abortiva del flogisto. [9] La teoría biológica del mendelismo puede constituir otro ejemplo. Es porque satisfacen esta exigencia que los principios de la conservación son tan plausibles. La persistencia cuantitativa representada por el concepto de la energía ha sido considerada frecuentemente como la persistencia del material a través del cambio. *Lo que* se conserva se concibe de manera diferente en diferentes etapas del pensamiento científico; mientras algo permanece idéntico, no parece importar mucho qué es. A la influencia de esta exigencia puede atribuirse quizá el ideal científico de la descripción matemática. Las relaciones entre los acontecimientos pueden expresarse en términos matemáticos sólo cuando pueden ser medidas. Pero la medición es posible únicamente cuando lo que se mide puede ser reducido a la homogeneidad cualitativa con diferencias sólo cuantitativas. Entonces viene a ser natural suponer que estas diferencias cuantitativas son diferencias en la cantidad del mismo material. De aquí la popularidad de las teorías de la sustancia en la ciencia. Teorías tales como las que hemos mencionado no sólo van más allá de cualquier cosa que sea observable; ni siquiera son sugeridas por lo que es observado. La exigencia de continuidad está íntimamente ligada a la exigencia de persistencia e identidad. No debe haber interrupciones bruscas ni discontinuidades *arbitrarias*. La aparición de tales discontinuidades presenta un problema; el descubrimiento de que, a pesar de las apariencias, algo idéntico se conserva, viene a considerarse como una solución aceptable.

La exigencia de simplicidad, en la medida en que es una exigencia de simplicidad de material, toma la forma de una demanda de identidad. Pero la exigencia de simplicidad toma otra forma, en la que aparece como el principio regulador fundamental. Ya nos hemos referido a este *principio de simplicidad* como el que orienta a los pensadores en la elección de un orden. [10] Desde el punto de vista que nos interesa ahora este principio, quizá sería mejor llamarlo el *principio de unidad*, puesto que expresa el ideal regulador de lo que Max Planck ha llamado "la unidad de la imagen del mundo". [11] Una descripción constructiva completamente coherente realizaría este ideal si, y sólo si, fuera completamente comprehensiva. Éste es el ideal que ha inspirado a aquellos pensadores que han tenido la esperanza de "reducir" en última instancia todas las ciencias a la física; su trabajo está controlado por el principio de unidad. Planck ha señalado que este ideal es alcanzable sólo eliminando de la ciencia el elemento antro-

[9] Véase MEYERSON, *Identity and reality*, capítulos IV-VI.

[10] Véase capítulo XVI, § 1, del presente libro.

[11] *A survey of physics*, capítulo I. *Cf.* también MAX BORN, *Einstein's theory of relativity*, Introducción, especialmente las pp. 2-3.

pomórfico. Cada una de las ciencias se ha desarrollado a partir del estudio de una gama particular de percepciones sensoriales. Las ciencias físicas están obviamente asociadas con sentidos especiales: calor, luz, sonido. Pero, en su desarrollo, se han liberado tan completamente de sus asociaciones originales que "las definiciones físicas de sonido, color y temperatura no están hoy asociadas en modo alguno con percepciones inmediatas debidas a los sentidos especiales, sino que el sonido y el color son definidos respectivamente por la frecuencia y longitud de onda de las oscilaciones, y la temperatura se mide teóricamente con base en una escala de temperatura absoluta correspondiente a la segunda ley de la termodinámica, o, en la teoría cinética de los gases, como la energía cinética del movimiento molecular... En modo alguno se la describe como una sensación de calor." [12] De esta suerte la unidad, con la simplificación resultante de la unidad, se alcanza en todo el dominio de las ciencias físicas. No podemos examinar aquí este desarrollo. Planck resume su importancia afirmando que "podemos decir brevemente que el rasgo distintivo de todo el desarrollo de la física teórica hasta el presente es la unificación de sus sistemas, obtenida mediante cierta eliminación de los elementos antropomorfos, particularmente las percepciones sensoriales específicas". [13] De acuerdo con el principio de unidad, o simplicidad, lo complejo ha sido reducido a lo simple. El éxito extraordinario de este procedimiento ha fortalecido la creencia de que todo lo que sucede en el universo debe de ser susceptible de ser comprehendido en unos cuantos principios de gran comprehensividad y simplicidad, como por ejemplo la ley de la inversa del cuadrado de la fuerza o la segunda ley de la termodinámica. La creencia de que "todo acontecimiento detallado puede correlacionarse con sus antecedentes de una manera perfectamente definida que ejemplifique principios generales", parece encontrar su justificación a medida que la física se desarrolla. El profesor H. Lamb, hablando sobre el desarrollo de la física teórica a partir de Euler y Lagrange hasta Kelvin y Rayleigh, dice:

> "Desde el punto de vista matemático, su logro más notable es la gran comprehensividad del esquema de relaciones, que puede aplicarse a tantos asuntos diversos cambiando apenas los nombres de los diversos conceptos... El que se haya alcanzado tal generalidad es un ejemplo del constante afán de las matemáticas por reducir a leyes simples la infinita variedad de la naturaleza." [14]

Así, la infinita variedad de la naturaleza se reduce al orden y se hace inteligible mediante el abandono de la forma de explicación del sentido común. La explicación de lo complejo en términos de lo simple implica, como ha señalado el profesor Eddington, "la paradoja de

[12] PLANCK, *op. cit.*, p. 5.
[13] *Loc. cit.*
[14] *The evolution of mathematical physics* (1924).

explicar lo familiar en términos de lo no familiar".[15] Lo que se busca no es la familiaridad, sino el reconocimiento de un orden que haga posible las deducciones detalladas y verificables. Es de dudarse que el principio de unidad pueda tomarse como una guía segura en todo el dominio de las ciencias naturales. El científico no parece ser capaz de evitar tener fe en la simplicidad y la unidad últimas de la naturaleza. Él cree que la naturaleza es un sistema extremadamente coherente cuya estructura puede expresarse en leyes muy simples y, por lo tanto, muy generales. Los fenómenos cuánticos sirven para recordarnos los peligros de esta creencia. La búsqueda de la unidad podría descarriar al científico, como tantas veces ha descarriado al metafísico.[16] La salvaguarda del científico radica en su hábito mental experimental.

§ 3. *El problema especial del método científico*

Hemos visto que la exigencia de que el mundo existente sea inteligible implica el supuesto de que ciertas condiciones rigen en cuanto a la manera como las cosas suceden y en cuanto a la relación del científico con la naturaleza. A menos que estas condiciones sean satisfechas, el científico no podrá descubrir el orden apropiado a los acontecimientos naturales. En consecuencia, el científico postula la satisfacción de estas condiciones. El que estas condiciones deban ser satisfechas no es ni evidente por sí mismo ni deducible de premisas evidentes por sí mismas. Igualmente, sin embargo, su satisfacción no es susceptible de ser impugnada. Por lo tanto, desde el punto de vista del científico, la justificación suficiente para postular estas condiciones consiste en que, de otro modo, no se pondría a investigar la naturaleza. Para él es suficiente que la suposición de dichas condiciones conduzca a conclusiones interesantes y verificables. Al lógico, sin embargo, le interesa preguntar si el método por medio del cual se obtienen estas conclusiones es *válido*. El problema especial del método científico consiste, primero, en determinar exactamente qué debemos saber acerca de la constitución del mundo existente para que el método científico pueda producir conclusiones válidas; y, segundo, intentar determinar si podemos o no tener tal conocimiento. Es importante saber exactamente qué es este problema. Nadie niega que todos, en realidad, *creemos* muchas proposiciones generales acerca del mundo existente. Así creemos, por ejemplo, que el arsénico es venenoso, que el fuego calienta, que el agua apaga la sed, que los leones son pardos, etcétera. Creemos que la ley de la gravitación de Newton es aproximadamente verdadera dentro de los límites del sistema solar, y que la ley de la gravitación de Einstein es una formulación más

[15] *Mind*, abril de 1920, p. 145.

[16] Tenemos que recordar el *dictum* de WHITEHEAD: "Busca la simplicidad y desconfía de ella."

exacta de lo que sucede. Decir que *creemos* estas proposiciones es decir que *tenemos certeza* de que son *verdaderas*. Pero la certeza es una actitud de un pensador ante una proposición dada. La reflexión nos convencerá de que a menudo hemos tenido certeza respecto de una proposición dada, pero más tarde hemos abrigado dudas o hemos llegado a tener certeza de lo contrario. Ahora bien, este cambio de actitud nunca ocurre en relación con proposiciones que han sido válidamente deducidas de proposiciones aceptadas como axiomáticas. Toda persona admitiría que su certeza acerca de una proposición como $2 + 2 = 4$, o una proposición como *Las diagonales de un cuadrado se bisecan entre sí*, es diferente de su certeza acerca de tales proposiciones como *El fuego calienta*, o *Todos los cuervos son negros*, o *Los metales se dilatan al calentarse*, o *Las hojas del ruibarbo contienen ácidos venenosos*. Probablemente nadie negaría que las últimas cuatro proposiciones *podrían ser falsas*, aun cuando todo el mundo en realidad *cree* que son verdaderas. Podríamos llegar a sentirnos menos seguros de su verdad. Es sólo en relación con las proposiciones que afirman cuestiones de hecho que tenemos esos cambios de actitud. Tales proposiciones son aquellas relativas al mundo existente; ellas incluyen, por lo tanto, todas las proposiciones afirmadas en las ciencias naturales. Éstas son las proposiciones a las que se llega por medio del razonamiento inductivo.

Ahora bien, no es difícil advertir que toda inducción se apoya en la enumeración simple y en el método de la hipótesis. Al usar hipótesis para establecer conclusiones inductivas, se emplea el razonamiento deductivo. Russell ha afirmado que "en la forma final de una ciencia perfeccionada, parecería que todo debe ser deductivo". [17] Aun si éste fuera el caso, lo cual parece improbable, la "forma final de una ciencia perfeccionada" no podría alcanzarse sin la ayuda de la inferencia inductiva. A menos que pueda suponerse que esta inferencia inductiva es válida, la "ciencia perfeccionada" se reduciría a un sistema deductivo que podría o no tener aplicación al mundo existente. Así, pues, el doctor Broad parece tener razón cuando dice que "si bien las inducciones de todas las ciencias avanzadas hacen gran uso de la deducción, nunca pueden ser reducidas sin residuo a ese proceso". [18] Se desprende de ello, entonces, que la validez del método científico se apoya en la validez de la inducción.

La inducción por enumeración simple es de la forma: *Todos los S observados han sido P, por lo tanto todos los S son P*. Puesto que se

[17] *Our knowledge of the external World*, p. 36.

[18] *Mind*, octubre de 1918, p. 389. Los dos artículos "On the relation between induction and probability" (del primero de los cuales hemos tomado esta cita) contienen con mucho el examen más claro y conciso del problema de la inducción. El estudiante avanzado debe referirse a la monografía del doctor Broad sobre los "Principles of problematic induction", en *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XXVIII. A estos tres artículos debo la mayor parte de lo que tengo que decir acerca del problema especial del método científico.

supone que los *S* observados *no* son todos los *S* que hay, esta inferencia parte de una premisa acerca de *algunos S* a una conclusión acerca de *todos los S*. Es, en consecuencia, formalmente inválida. Hay también una falacia formal comprendida en la inferencia de que una hipótesis dada es verdadera porque todas las consecuencias deducidas de ella han sido verificadas. En este caso, la inferencia es de la forma: *Si H,* entonces $c_1 \ldots c_n$; pero $c_1 \ldots c_n$; *por lo tanto, H* (*H* representa la hipótesis y $c_1 \ldots c_n$ representa las consecuencias). Esta inferencia comete claramente la falacia de afirmar el consecuente (o implicado). La inducción no es, pues, un modo de inferencia formalmente válido. Lo *más* que podemos decir es que puesto que $c_1 \ldots c_n$ sí ocurren, y puesto que éstos son consecuencias de *H*, es cuando menos probable que *H* sea verdadera. El hombre ordinario se inclinará a asentir a esta afirmación con ciertas reservas. Él reconoce que las conclusiones derivadas de la enumeración simple son precarias, y sabe que algunas hipótesis han sido rechazadas aun cuando han conducido a consecuencias verificadas.[19] Por lo tanto, después de reflexionar, probablemente admitirá que las conclusiones derivadas de la enumeración simple o del uso de las hipótesis no pueden ser más que probables, no importa cuán fuerte sea su creencia en ellas. En lo tocante a *algunas* conclusiones inductivas, él seguirá teniendo certeza porque, al inferirlas, adopta supuestos que no entran explícitamente en el razonamiento. Más adelante veremos la importancia de esta distinción entre aquellas conclusiones inductivas que consideramos ciertas y aquellas de las que sólo admitimos que son probables.

Si se afirma una conclusión inductiva en términos de probabilidad, no hay implicada ninguna falacia lógica, puesto que no es inválido pasar de la premisa *Todos los S observados son P* a la conclusión *Que todos los S sean P es* (*más o menos*) *probable.*[20] Este argumento requerirá, como premisa, alguna proposición concerniente a la probabilidad. Puesto que la probabilidad es una relación que rige entre proposiciones, las afirmaciones de probabilidad son principios lógicos independientes de las cuestiones de hecho. Pero los lógicos modernos han demostrado que no es posible afirmar ningunos principios de probabilidad que nos permitieran asignar cualquier probabilidad finita a una conclusión inductiva, a menos que se adopten ciertos supuestos relativos a la constitución del mundo existente.[21] Este argumento no puede establecerse aquí, pero puede ser posible indicar la *especie* de dificultad que surge cuando se hace un intento de decir *qué* grado de probabilidad tiene una conclusión inductiva dada. Para este fin po-

[19] Véase el capítulo XVI del presente libro.

[20] En esta conclusión, el sujeto no es *Todos los S*, sino *Todos los S son P*, por lo tanto no hay distribución ilícita. (Véase el artículo del doctor Broad, p. 391.)

[21] Véanse J. M. KEYNES, *Treatise on probability*; C. D. BROAD, *loc. cit.*; J. NICOD, *Geometry and induction.*

demos considerar conclusiones derivadas de la enumeración simple, tomando casos que no son complicados.

Dada la premisa *Todos los S observados son P*, podríamos desear concluir ya sea (1) *El próximo S que observaremos será P*, ya sea (2) *Todos los S, sean cuales fueren, serán P.*[22] Ha sido costumbre expresar la probabilidad de la conclusión en cuestión (1) por medio de la fracción $^{m+1}/_{m+2}$, en la que *m* representa el número de *S* que según la observación son *P*. Se ha llegado a esta fracción con base en el supuesto de que *ser P* y *no ser P* son alternativas igualmente probables. Pero es fácil advertir que este supuesto por lo general no es justificado. Si estamos evaluando la probabilidad de que una moneda caiga con la *cara* hacia arriba, entonces la probabilidad puede ser representada por $^1/_2$, pues se supone que *sólo* dos alternativas son posibles, ya que la moneda no permanecerá equilibrada de canto. Las alternativas (*a*) *Es cara*, (*b*) *Es cruz*, son de la misma forma y son igualmente probables. Pero las alternativas (*a*) *S es P*, (*b*) *S no es P*, no son de la misma forma, puesto que puede haber un número infinito de maneras en que *S* no sea *P*. Por lo tanto, en tales casos es imposible evaluar la fracción $^{m+1}/_{m+2}$. En el caso (2) surge otra dificultad, puesto que si *m* representa lo observado, y *n* el número total de casos observados e inobservados de *S*, la fracción de probabilidad sería $^{m+1}/_{n+1}$, y si *n* no es conocida, la fracción no puede ser evaluada. Además, en el caso de todas las inducciones referentes a clases naturales o a acontecimientos en la naturaleza, el número de casos inobservados será inmensamente mayor que el número de casos observados. Resulta claro que, mientras mayor sea la cantidad en que *n* exceda a *m*, menor será la fracción, y, por lo tanto, menor será la probabilidad. En consecuencia, aun suponiendo que las alternativas sean igualmente probables, no podremos obtener una conclusión que tenga más que un grado muy bajo de probabilidad. El supuesto de que las alternativas *son* igualmente probables es un supuesto referente a la constitución del mundo existente, a saber, que estamos situados en una región de la naturaleza que no es excepcional. Admitido este supuesto, podemos obtener un bajo grado de probabilidad de que un *número dado* de los S observados serán *P*, pero no podemos obtener más que un bajo grado de probabilidad.

Esto puede hacerse más claro tomando como ejemplo la conclusión inductiva *Todos los cuervos son negros.* La probabilidad de esta conclusión puede ser representada, como antes, por $^{m+1}/_{n+1}$. El número de cuervos inobservados debe exceder grandemente al número de cuervos observados, de modo que la fracción debe ser muy pequeña, puesto que *n* incluye tanto los casos observados como los inobservados. Además, el mismo cuervo puede haber sido observado más de una vez, y en tal caso se supondrá que *m* es mayor de lo que es en realidad. Tampoco es cierto que sea igualmente probable observar un cuervo que *otro cualquiera*, debido al hecho de que las observaciones están

[22] *Cf.* D. C. BROAD, *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XXVIII, § 1.

limitadas a ciertas regiones del espacio y de que los cuervos que todavía no han nacido no pueden ser observados. Así, pues, no parece plausible sostener que la selección de casos pueda considerarse como una selección *justa*, o sea, una selección de casos típicos tomados al azar. Pero, como ha demostrado el doctor Broad, "cuando sabemos que no se ha observado una 'selección justa', la probabilidad de una ley general debe caer por debajo, y nunca puede elevarse por encima, del valor $^{m+1}/_{n+1}$ que alcanza si la selección observada es justa".[23] Tampoco es mejor el caso si tenemos que ver con acontecimientos en lugar de sustancias tales como cuervos. Por lo tanto, debemos admitir que los principios de probabilidad no pueden permitirnos, por sí solos, llegar a conclusiones inductivas que tengan algún grado considerable de probabilidad.

Es necesario, pues, indagar qué debe suponerse en relación con la constitución del mundo existente si es que las generalizaciones inductivas han de tener algún grado considerable de probabilidad. El problema de la inducción puede reducirse a la siguiente afirmación: Observamos *m* casos que tienen en común las propiedades $\Phi_1 \ldots \Phi_s$ y Ψ. Deseamos concluir que todo lo que posee la selección de propiedades $\Phi_1 \ldots \Phi_s$ posee también la propiedad Ψ. Hay también un conjunto tal de propiedades $f_1 \ldots f_v$, que cada una de estas propiedades pertenece a algunos, pero ninguna a todos, de los casos *m*. Las propiedades Φ con Ψ constituyen la analogía positiva; las propiedades *f* constituyen la analogía negativa. En ambos casos puede suponerse que la analogía *total* excede la analogía *conocida*. Es claro que no todas las propiedades Φ pueden ser pertinentes a la generalización, puesto que todos los casos *m* concuerdan en que han sido observados y en que ocurren dentro de ciertos límites de espacio y tiempo, mientras que la generalización *Todo lo que tenga* $\Phi_1 \ldots \Phi_s$ *tiene* Ψ se refiere a casos *inobservados* que ocurren en tiempos y lugares diferentes de los casos observados *m*. Así, pues, debemos *saber* que ciertas propiedades en la analogía positiva conocida son impertinentes. Pero las únicas propiedades que se *conoce* son impertinentes, son propiedades en la analogía negativa conocida. Aumentando la analogía negativa conocida, podemos aumentar el número de propiedades que se conoce son impertinentes. Es por esta razón que la variación de condiciones es tan importante en la investigación científica. En el capítulo XIV vimos que las generalizaciones concernientes a casos de una clase natural son más plausibles que las generalizaciones concernientes a una clase cuyos miembros tengan pocas propiedades en común. Esta mayor plausibilidad se desprende del hecho de que tácitamente suponemos que hay conjuntos de propiedades conectados en cierta forma, a saber, en tal forma que cualquier cosa que posea este conjunto de propiedades es un caso de lo que hemos llamado una clase natural.[24] De acuerdo con este supuesto, si $\Phi_1 \ldots \Phi_{s-l}$ son propie-

[23] *Loc. cit.*, p. 396.
[24] Véase p. 290 del presente libro.

dades que definen una clase natural, y si todo caso observado de esta clase tiene la propiedad Ψ, entonces hay cuando menos alguna probabilidad de que *todo* caso definido por $\Phi_1 \ldots \Phi_{s-l}$ tenga Ψ. Pero si *cualquier* propiedad puede ser conectada con cualquier *otra* propiedad, hay un número infinito de maneras en que pueden surgir conjuntos de propiedades. En este caso, *toda* generalización de la forma *Cualquier cosa que tenga* Φ *tiene* Ψ podría ser falsa. Entonces, si esta mayor plausibilidad puede tomarse como una indicación de la mayor probabilidad de que las generalizaciones concernientes a las clases naturales sean verdaderas, necesitamos alguna limitación de la manera como pueden ocurrir los conjuntos de propiedades.

Ahora bien, la experiencia indudablemente nos *sugiere* que la inmensa variedad de objetos perceptibles puede considerarse dependiente del modo de organización de un número comparativamente pequeño de factores cualitativamente diferentes. En el capítulo XVII vimos que el científico intenta expresar la diferencia perceptible entre *carne cruda*, percibida en un tiempo dado, y *carne carbonizada*, percibida en un tiempo posterior, por medio de diferencias en la organización de los electrones y los protones. Un trozo de carne es una *cosa* que tiene estados que poseen características primarias reconocibles. Estas características primarias varían dentro de ciertos límites bajo ciertas condiciones; estas últimas son determinadas por la presencia de otras cosas en la vecindad. Así, el científico distingue entre un elemento químico —por ejemplo, el carbono—, un compuesto químico —por ejemplo, el azúcar—, y una clase natural — por ejemplo, una vaca. Una clase natural consiste en casos de compuestos químicos organizados en cierta forma. Un compuesto químico consiste en casos de elementos químicos organizados en cierta forma. El científico supone que las propiedades de un compuesto químico dependen de que los elementos (que lo componen químicamente) estén organizados en cierta forma; supone que las propiedades de una clase natural dependen igualmente de los compuestos químicos que la componen y que se pueden separar mediante un análisis químico. Al decir que las propiedades "dependen de" los compuestos o los elementos, el científico quiere decir que estos compuestos o elementos bastan para *generar* las propiedades de las clases naturales y de los compuestos químicos, respectivamente. Trabajando con base en este supuesto, los científicos han descubierto en realidad que las propiedades de las clases naturales pueden considerarse conectadas con las propiedades de los compuestos químicos, y que las propiedades de estos últimos pueden considerarse conectadas con las propiedades de los elementos químicos. Es decir, que el avance de la ciencia sugiere que la inmensa variedad de objetos perceptibles es generada por la combinación de un número comparativamente pequeño de objetos perceptiblemente diferentes. Es claro que si esta sugestión pudiera ser justificada, tendríamos razón para suponer que algunas generalizaciones acerca de la naturaleza son verdaderas.

J. M. Keynes ha afirmado con claridad cuál es exactamente el supuesto que sugiere el procedimiento del científico. Él lo llama el *principio de variedad independiente limitada*. Señala que las generalizaciones inductivas pueden ser justificadas con base en el supuesto de "que los objetos en el campo, sobre los cuales se extienden nuestras generalizaciones, no tienen un número infinito de cualidades independientes; que, en otras palabras, sus características, no importa cuán numerosas sean, se unen en grupos de conexión invariable que son finitos en número". [25] Señala que tal limitación de variedad independiente "no limita el número de entidades que son sólo *numéricamente* distintas". El principio puede formularse con mayor precisión como el supuesto de "que la cantidad de variedad en el universo está limitada en tal forma que no hay un objeto tan complejo que sus cualidades caigan dentro de un número infinito de grupos independientes (es decir, grupos que podrían existir independientemente lo mismo que en conjunción); o, más bien, que ninguno de los objetos acerca de los cuales generalizamos es tan complejo como esto; o, cuando menos, que aunque algunos objetos pueden ser infinitamente complejos, algunas veces tenemos una probabilidad finita de que un objeto acerca del cual nos proponemos generalizar no sea infinitamente complejo". [26] Keynes sugiere que es necesario otro supuesto, al cual llama *principio de uniformidad atómica*. Éste es el supuesto de que los acontecimientos naturales pueden considerarse como compuestos de pequeños cambios que tienen lugar de acuerdo con leyes matemáticas. "El sistema del universo material —dice Keynes— debe de consistir, si esta clase de supuesto es justificada, en cuerpos que podemos llamar (sin dar a entender con ello ninguna implicación relativa a su tamaño) *átomos legales*, de tal índole que cada uno de ellos ejerce su propio efecto invariable, independiente y separado, estando un cambio total compuesto de un número de cambios separados, cada uno de los cuales se debe exclusivamente a una porción separada del estado precedente". [27] Este supuesto implica que las leyes de las combinaciones orgánicas no son de diferente clase que las leyes que expresan modos de combinación menos complejos. Este principio expresa exactamente el supuesto que se adopta en la investigación científica que procede de acuerdo con el principio de convergencia en la simplicidad con disminución de extensión. A *menos* que se suponga tal uniformidad atómica, el principio de convergencia en la simplicidad no podría utilizarse provechosamente de la manera explicada en el capítulo XVII.

Estos dos principios de la limitación de la variedad independiente

[25] *A treatise on probability*, p. 256.

[26] *Ibid.*, 258. Esto podría expresarse más simplemente en la forma: Hay conjuntos de un número finito de propiedades que son de tal índole que ningún miembro del conjunto ocurre nunca sin los otros miembros del conjunto. (Véase C. D. BROAD, *Proc. Arist. Soc.*, N. S. XXVIII, § 6:5.)

[27] *Op. cit.*, p. 249.

y de la uniformidad atómica expresan supuestos referentes a la constitución del mundo existente. No son lógicamente necesarios ni evidentes por sí mismos en ningún sentido. El científico práctico, especialmente si carece de una mentalidad filosófica, puede considerar que estos principios son demasiado obvios para que sea necesario examinarlos. Pero, como ya hemos visto, la obviedad no garantiza la verdad. Debemos, por lo tanto, indagar qué justificación tenemos para suponer estos principios. Es claro que ellos son operantes en la práctica, puesto que es de acuerdo con ellos como se ha formado el cuerpo de conocimientos que llamamos "ciencia". Keynes afirma que la inferencia inductiva *puede* ser prácticamente útil sólo "si el universo presenta en realidad aquellas características peculiares de atomismo y variedad limitada que aparecen más y más claramente como el resultado último al que tiende la ciencia material". [28] Queda en pie el problema de si tenemos alguna justificación para adoptar estos supuestos. Debe observarse que ellos equivalen al supuesto de que la naturaleza es fundamentalmente finita. Keynes da a este supuesto el nombre de *hipótesis inductiva.* No se puede saber si es *ciertamente* verdadero. Sin embargo, si alguna vez tuvo una probabilidad finita, entonces ciertamente puede admitirse que la experiencia ha aumentado esta probabilidad, puesto que nuestra interpretación de lo que sucede se basa en la suposición de su verdad. Si los principios de la uniformidad atómica y de la limitación de la variedad independiente sí son aplicables a la constitución del mundo existente, entonces sería de esperarse que halláramos repetición y regularidad en él. Esto es lo que en realidad encontramos. Mientras más buscamos tal regularidad, más la hallamos, aun en regiones en que, a primera vista, la búsqueda de tal regularidad parece menos prometedora. Es claro que la suposición de que este argumento constituye una prueba de la hipótesis inductiva, entrañaría una falacia de afirmación del consecuente. Pero, si la hipótesis inductiva tiene *algún* grado de probabilidad, entonces las conclusiones inductivas a las que se llega de acuerdo con ella *fortalecerían* la probabilidad inicial. Keynes ha mostrado que tal procedimiento no es circular. [29] Se desprende de ello que el supuesto fundamental que hay que adoptar, si es que el método científico ha de producir conclusiones que posean cierto grado de probabilidad, es que hay una probabilidad finita de que la constitución del mundo existente guarde conformidad con los principios de la uniformidad atómica y la limitación de la variedad independiente. Esto equivale a la afirmación de que hay una probabilidad finita de que el sistema de la naturaleza no sea infinitamente complejo. Esta afirmación puede ser falsa, pero si lo es, entonces no hay razón lógica para creer que *nin-*

[28] *Ibid.*, p. 427.

[29] *Op. cit.*, p. 260. El procedimiento no es circular, admitido el supuesto de que la hipótesis inductiva comenzó con una probabilidad finita, puesto que la confirmación es derivada de evidencia relativa a un supuesto de menos alcance.

guna generalización referente al mundo existente es más probablemente verdadera que falsa. Por consiguiente, la ciencia como un sistema de *conocimiento* descansa sobre este supuesto.

§ 4. *El problema de Hume y sus críticos*

El problema especial que examinamos en el último párrafo fue planteado en su forma más clara por Hume. Éste distinguió rigurosamente entre las proposiciones referentes a cuestiones de hecho y las proposiciones referentes a conceptos abstractos tales como los de las matemáticas. Vimos en el último párrafo que la certeza que abrigamos en relación con estas dos clases de proposiciones es muy diferente. La distinción establecida por Hume puede enunciarse con suficiente exactitud en terminología moderna de la siguiente manera. Las proposiciones referentes a cuestiones de hecho pueden ser negadas sin contradicción. De tal suerte, dice Hume, la proposición "*Que el sol no saldrá mañana* no es menos inteligible que la afirmación de *que saldrá*. Será vano, por lo tanto, el intento de demostrar su falsedad." [30] Tales proposiciones deben distinguirse de aquellas que no son afirmaciones referentes a objetos existentes, tales como, para citar ejemplos de Hume, *Que el cuadrado de la hipotenusa es igual al cuadrado de los dos lados*, o *Que tres veces cinco es igual a la mitad de treinta*, puesto que estas proposiciones son verdaderas no importa cuál sea la constitución del mundo existente. Hume dice que la negación de tales proposiciones "implica una contradicción". Podemos aceptar esta afirmación si la interpretamos, de acuerdo con las concepciones modernas de los sistemas deductivos, como significativa de que estas proposiciones *se desprenden de* los conceptos iniciales y los axiomas, o proposiciones primitivas, que determinan un sistema abstracto dado. Afirmar que ellas son verdaderas es afirmar que son válidamente deducidas. Pero afirmar que proposiciones referentes a cuestiones de hecho son verdaderas es afirmar que expresan hechos referentes a *lo que existe*. Tales proposiciones no pueden *deducirse* de conceptos iniciales y axiomas referentes a las relaciones de tales conceptos. Por lo tanto, no puede *demostrarse* que la negación de tales proposiciones sea falsa; por lo tanto, *una cualquiera* de dos proposiciones contradictorias referentes a cuestiones de hecho *podría* ser verdadera. Se plantea, por lo tanto, el problema de qué justificación tenemos para creer en la verdad de proposiciones generales referentes a cuestiones de hecho. En consecuencia, pregunta Hume, "¿Cuál es la naturaleza de esa evidencia que nos da seguridad sobre cualesquiera existencia real

[30] *Inquiry concerning human understanding*, § 21. Hume consideró que "todos los razonamientos concernientes a cuestiones de hecho parecen estar fundados en la relación de *causa y efecto*". En consecuencia, su tratamiento del problema parece limitarse al problema de la causación. Esto, sin embargo, es accidental. El problema que realmente le interesaba era el problema de la validez de la inferencia de generalizaciones pasadas a generalizaciones futuras.

y cuestión de hecho, más allá del testimonio presente de nuestros sentidos o de los registros de nuestra memoria?"

La respuesta que Hume dio a su propia pregunta fue que no hay evidencia capaz de darnos tal seguridad, y que "si creemos que el fuego calienta o el agua refresca, ello se debe únicamente a que nos cuesta demasiado esfuerzo pensar de otra manera".[31] Hume no negó que tengamos tales creencias; incluso afirmó, con cierto grado de inconsecuencia, que tales creencias son útiles. Por lo tanto, el afirmar que todos en realidad creemos que el sol saldrá mañana, que el agua apaga la sed y que el arsénico es venenoso, no constituye una respuesta a Hume. La pregunta a la que él buscaba respuesta era con qué *derecho* sustentamos tales creencias, cuál es su justificación lógica. Él no negó que los métodos inductivos puedan conducir a conclusiones verdaderas, pero sostuvo que no se había *demostrado* que pudieran hacerlo.[32] Éste, como debe observarse, es el problema especial del método inductivo.

Los filósofos, desde Hume, han intentado evitar el escepticismo implícito en la respuesta de Hume. Han tratado de mostrar que algún principio de determinación causal, suficiente para justificar las inferencias que van más allá del "testimonio presente de nuestros sentidos o del registro de nuestra memoria", es una precondición necesaria de nuestro pensamiento o es en sí mismo deducible de algún principio tal, como, por ejemplo, la ley de identidad. La primera respuesta puede atribuírsele a Kant, la segunda a Joseph. No tenemos por qué considerar aquí la "respuesta a Hume" de Kant, por la muy buena razón de que evade la dificultad y resuelve el problema de Hume sólo mediante la negación de que haya un problema qué resolver. Podemos, sin embargo, considerar brevemente aquellas respuestas a Hume que toman la forma de afirmar que el principio de la uniformidad de la naturaleza y la ley de la causación universal son suficientes para darnos la seguridad que Hume buscaba.

No es fácil determinar qué es exactamente lo que los lógicos han entendido que significa la "uniformidad de la naturaleza". Ésta debe interpretarse de modo que sea compatible con lo que Mill llama "la variedad infinita de la naturaleza". Negar que haya variedad en la naturaleza no sólo sería inconsecuente con los hechos observables, sino también con el procedimiento de la ciencia, puesto que, a menos que haya multiformidades, el científico no tiene nada que descubrir. Joseph considera que "la uniformidad de la naturaleza" equivale a "el reino inviolado de la ley".[33] Indudablemente ésta es la interpretación correcta. En este caso, el principio no realizará la función que se es-

[31] *A treatise of human nature*, libro I, parte IV, § 7.

[32] *Cf.* J. M. KEYNES, *op. cit.*, p. 272. "Hume demostró, no que los métodos inductivos fuesen falsos, sino que su validez nunca había sido establecida y que todas las posibles líneas de prueba parecían igualmente poco prometedoras."

[33] *Introduction*, p. 402.

pera de él. Como ha señalado Bertrand Russell, lo que se requiere "no es el reino de la ley, sino el reino de las leyes *simples*".[34] Cualquiera que sea la constitución del mundo existente, sería *teóricamente* posible exhibir acontecimientos naturales como ejemplos de leyes, siempre y cuando que estas leyes puedan tener algún grado de complejidad. No importa cómo se interprete "la uniformidad de la naturaleza", no nos permitiría ver cómo puede haber leyes de la naturaleza lo suficientemente simples para que las podamos descubrir. Así, pues, un principio tal no sería suficiente para justificar las inferencias inductivas que todos hacemos y en cuya verdad creemos. Lo que queremos no es un principio que afirme tan sólo que hay leyes naturales, sino un principio que justifique la afirmación de que es más probable que algunas generalizaciones referentes a alguna región de hechos dada sean verdaderas y no falsas. Se supone algunas veces que todo lo que hace falta es complementar el principio de la uniformidad de la naturaleza con la ley de la causación universal. Para los fines del presente examen, esta ley puede expresarse en la siguiente forma: Dado cualquier acontecimiento descrito de manera única por "Y", existe algún otro acontecimiento susceptible de ser descrito de manera única por "X", el cual está relacionado con Y de tal modo que el acontecer de X justifica la inferencia del acontecer de Y. Esta ley, o principio, no puede considerarse como evidente por sí misma. En el capítulo XV vimos que Joseph considera que negar la necesidad de la relación causal equivale a negar la ley de identidad, pero encontramos razones para rechazar esta concepción. Si se pudiera *ver* que la conexión entre X e Y es necesaria, no se plantearía ningún problema. A la pregunta de con qué *derecho* suponemos la ley de la causación universal no se le da respuesta contestando, como lo hace Joseph, que "negarla es resolver el universo en datos que no tienen conexión inteligible",[35] puesto que el punto en cuestión es el de si ellos *tienen* tal conexión inteligible.

El lógico empirista, Mill, no menos que el lógico racionalista, Joseph, supone que la ley de la causación universal nos ofrece una respuesta suficiente al problema de Hume. Es cierto que Mill no considera esta ley ni como evidente por sí misma ni como un principio que *debamos* aceptar. Él niega que haya algún "principio que, previamente a verificación alguna por medio de la experiencia, nos veamos obligados a suponer como verdadero en virtud de la constitución de nuestra facultad de pensar."[36] Antes al contrario, sostiene que la ley de la causación universal es en sí misma una inducción a partir de la experiencia, y "de ninguna manera una de las primeras que cualquiera de nosotros pueda haber hecho".[37] Mill argumenta que la experiencia nos condujo a hacer generalizaciones a partir de la expe-

[34] *Analysis of matter*, p. 232.
[35] *Introduction*, p. 424.
[36] *Logic*, libro III, capítulo III, § 1.
[37] *Ibid.*, capítulo XXI, § 2.

riencia, las cuales adoptaron la forma causal, y que en última instancia fuimos conducidos a la generalización de que todo acontecimiento tiene una causa. Así, dice: "La verdad es que esta gran generalización se funda, ella misma, en generalizaciones previas. Las leyes más oscuras de la naturaleza fueron descubiertas por medio de ella, pero las más obvias deben de haber sido entendidas y acatadas como verdades generales antes de que se oyera hablar de ella." [38] Para nuestros fines, no es necesario indagar en qué medida este argumento es circular. La idea de Mill es que la experiencia sugiere que hay uniformidades causales y que el descubrimiento de las uniformidades menos aparentes descansa en el supuesto de que todo acontecimiento puede ser exhibido como un caso de una uniformidad causal. Se considera entonces que el descubrimiento de estas generalizaciones posteriores proporciona evidencia creciente de la verdad de la ley de la causación universal, de modo que finalmente ésta puede considerarse probada. Mill señaló que no existe paradoja en la suposición de que la ley de la causación se supone en toda investigación inductiva y sin embargo ella misma es un caso de inducción, *siempre y cuando* que su teoría de la inferencia silogística sea aceptada. [39] Esto puede concederse.

Vale la pena observar que tanto Joseph como Mill consideran que el método científico consiste esencialmente en la eliminación de posibles causas alternativas, hasta que sólo quede una causa posible. Entonces, usando la ley de la causación universal en la forma de una premisa mayor, se concluye que la alternativa no eliminada es la causa. Al exhibir así el método científico como un método basado esencialmente en la eliminación, se evade la verdadera dificultad. O bien la inducción es reducida a deducción, en cuyo caso su validez es puramente formal, de modo que se hace difícil ver cómo las generalizaciones referentes a cuestiones de hecho son posibles; o bien la deducción es reducida a inducción, en cuyo caso la ley de la causación universal todavía debe ser probada. La primera alternativa es la que eligen Joseph y otros lógicos racionalistas; la segunda es la que elige Mill. Parece indudable que para Mill la solución del problema de Hume debió haber sido especialmente urgente, puesto que, en su opinión, *todo* razonamiento se basa en la inducción y, en último término, en la inducción por enumeración simple. El que Mill no pudiera apreciar el problema se debe al hecho de que *supuso* tácitamente que todo acontecimiento natural es, en última instancia, analizable en un número limitado de elementos, y que, en consecuencia, la variedad de la naturaleza se debe a los diversos modos de combinación de estos elementos. Este supuesto, cuando se enuncia con precisión, equivale al principio de la limitación de la variedad independiente y al principio de la uniformidad atómica. De tal suerte, Mill supuso

[38] *Loc. cit.*

[39] Véase capítulo XII, § 3 del presente libro. Véase *Logic*, libro III, capítulo XXI, § 4. Para una crítica hostil de la concepción de Mill, véase JOSEPH, *op. cit.*, pp. 421-443.

tácitamente lo que Keynes llama "la hipótesis inductiva". No reconoció, sin embargo, que estaba haciendo una suposición, y en consecuencia supuso que el método inductivo no requería ningún supuesto que no pudiera ser probado. Es sin duda por esta razón que Mill creyó que la inducción podía producir certeza. Pero sin esta suposición no reconocida, el uso que le dio Mill a la ley de la causación universal no le habría permitido dar validez al procedimiento inductivo. La crítica importante que se le debe hacer a Mill no consiste tanto en que no logró ofrecer una respuesta a la pregunta de Hume, cuanto en que apenas pareció estar consciente de que había una pregunta por contestar. Como esta objeción se les puede hacer a todos los críticos de Hume, no tiene sentido proseguir el examen de la teoría de Mill. Sería más provechoso preguntarnos si, *admitiéndose* que es justificado suponer la ley de la causación universal, contamos con una solución al problema de Hume. Hemos visto que éste no es el caso.

Hemos visto también que la interpretación de la uniformidad de la naturaleza como equivalente al reino inviolado de la ley es también inútil para el método inductivo. Keynes interpreta el principio de la uniformidad como equivalente a un juicio generalizado de la impertinencia de *meras* diferencias de tiempo y lugar. Esta interpretación hace igualmente inútil el principio de uniformidad, puesto que ningunas dos cosas o acontecimientos difieren *meramente* respecto al tiempo y al lugar. Estas diferencias espacio-temporales están conectadas con el hecho de que se encuentran en la vecindad de diferentes conjuntos de acontecimientos o cosas, y tenemos que hacer juicios de impertinencia respecto a *esas* diferencias. Para justificar el método científico es necesario que podamos justificar el supuesto de la hipótesis inductiva, la única que puede permitirnos concluir que las leyes de la naturaleza son lo bastante simples para que podamos descubrirlas, de modo que podamos considerar que la naturaleza es en última instancia inteligible. Mientras tanto, el científico sigue suponiendo que las leyes de la naturaleza son en última instancia simples, y en realidad es el caso que en las ciencias más avanzadas se han descubierto muchas leyes simples, en tanto que se ha mostrado que muchas leyes que parecían complejas y desconectadas de otras leyes son susceptibles de reducción a leyes más simples y más comprehensivas. Sin embargo, como ha señalado Russell, "sería falaz argumentar inductivamente del estado de las ciencias avanzadas al estado futuro de las otras, pues bien pudiera ser que las ciencias avanzadas sean avanzadas sencillamente porque, hasta la fecha, su tema de estudio ha obedecido a leyes simples y determinables, mientras que con el tema de estudio de otras ciencias no sucede así". [40] Con esta consideración volvemos nuevamente a la exigencia de simplicidad, la cual se ve así que no está desconectada de los supuestos que se requieren para justificar nuestra atribución de cualquier grado considerable de probabilidad a las generalizaciones referentes al mundo existente.

[40] *Mysticism and logic*, p. 205.

SECCIÓN TERCERA

XXII. LA TEORÍA DE LA DEFINICIÓN

"Actualmente sólo estamos de acuerdo respecto al nombre. Me atrevería a decir que ambos podemos tener la cosa en nuestras mentes, pero siempre debemos llegar a una comprensión acerca de la cosa en términos de una definición, y no tan sólo acerca del nombre menos la definición."—Platón

§ 1. *La naturaleza de la definición*

La definición es una ayuda para el pensamiento claro y, por lo tanto, para la comunicación del pensamiento. Algunas veces, cuando nos enfrentamos a un problema, ya sea teórico o práctico, o cuando estamos tratando de pensar para resolver un asunto, descubrimos que estamos totalmente embrollados. Nuestro embrollo puede deberse al hecho de que, o bien no vemos claramente cuáles son las premisas implicadas, o bien no sabemos exactamente de qué estamos pensando. En el segundo caso, podemos lograr pensar más claramente si conseguimos definir las palabras por medio de las cuales estamos intentando expresar nuestro pensamiento. Podemos definir las palabras sólo cuando las entendemos. Entendemos una palabra cuando sabemos a qué se refiere la palabra o cuando podemos usarla significativamente en combinación con otras palabras.

Podemos abordar mejor el problema de la definición preguntándonos bajo qué circunstancias en el razonamiento ordinario tendríamos que pedir una definición. Supongamos que A y B están discutiendo un asunto con el cual ambos están bastante familiarizados, pero que B no entiende alguna palabra usada por A, por ejemplo, "soneto". B le preguntará a A qué quiere decir al usar la palabra "soneto". La pregunta equivale a interrogar: "¿Qué se está expresando al emplear el término 'soneto'?" La respuesta de A puede tomar varias formas. Ahora consideraremos tres de ellas.

(1) "¿Conoces *Un soneto me manda hacer Violante*, de Lope de Vega? ¿Y *Éste que ves, engaño colorido*, de Sor Juana Inés de la Cruz? ¿Y *Me llamo barro aunque Miguel me llame*, de Miguel Hernández? Pues bien; ésos son sonetos." [En el original, autores ingleses. N. del T.]

(2) "Un soneto es un poema breve de extensión fija que expresa una sola experiencia."

(3) "Un soneto es un poema de catorce versos endecasílabos agrupados en dos cuartetos y dos tercetos."

Cualquiera de estas afirmaciones podría permitir a B entender qué significa "soneto". La segunda es una descripción inadecuada de "soneto". Podría cumplir el cometido, pero no podría llamársele *definición*. A menudo nos damos por satisfechos con una descripción más o menos adecuada del significado de una palabra. De tal suerte, podríamos describir un contrabajo como "un instrumento muy parecido a un violoncello, pero mucho más grande". Cualquier persona que supiera qué significa "violoncello" entendería esta descripción y probablemente sería capaz de aplicar "contrabajo" correctamente.[1] Sólo la tercera respuesta da una definición de "soneto". En esta afirmación se usan dos expresiones relacionadas de tal modo que la una equivale a la otra. La definición siempre implica dos expresiones: la expresión (que puede ser una sola palabra) que debe ser definida y la expresión definidora (que debe contener más de una palabra). La primera se llama el *definiendum*, la segunda el *definiens*.

Ahora tenemos que considerar la primera respuesta. Ésta explica el significado de "soneto" dando *ejemplos* de sonetos. Si B conoce estos poemas, es probable que entienda lo que significa "soneto". Algunos lógicos reconocen una clase de definición de la cual sería un ejemplo esta primera respuesta, a saber, la llamada *definición extensiva* o *definición por ejemplos*. Es dudoso, sin embargo, que el dar ejemplos típicos pueda considerarse correctamente como un proceso de definición.[2] B debe estar familiarizado con los ejemplos dados para poder entender "soneto" por medio de ellos. Entonces sabría más o menos cómo aplicar la palabra "soneto", pero parece dudoso que supiera lo que "soneto" expresa. La definición es sólo uno de los medios a través de los cuales llegamos a entender las palabras. Debemos cuidarnos de no usar "definición" en una forma tan amplia que

[1] Véase el capítulo II, § 2 del presente libro.

[2] El doctor Keynes da una explicación más sutil de la *definición extensiva*. (Véase F. L., § 22.) Él sugiere que un químico podría, "partiendo de la denotación completa de metal, hacer una selección de un número limitado de metales que serían precisamente típicos de la clase entera; es decir, que su lista seleccionada poseería en común sólo aquellas propiedades que son comunes a la clase entera". Señala que el químico tomaría metales "tan diferentes entre sí como fuera posible, tales como el aluminio, el antimonio, el cobre, el oro, el hierro, el mercurio, el sodio y el cinc". Estos metales seleccionados definen la clase *metal* por vía de ejemplo. Me parece sumamente dudoso que este proceso tenga algo en común con lo que ordinariamente se llamaría definición. Ciertamente no es, como lo llama Keynes, un tipo *primitivo* de definición; sólo lo podría realizar alguien capaz de seleccionar tales metales típicos.

venga a representar cualquier proceso que nos permita aprender la aplicación de las palabras. Estos procesos son tan diferentes que llamarlos por el mismo nombre crea confusión. Vimos en el capítulo II que entendemos un símbolo demostrativo mediante nuestra familiaridad con su referendo. El proceso de señalar (ya sea metafóricamente o de otra forma) el referendo no es un proceso de definición, puesto que el referendo no es otra expresión equivalente a la expresión definida; es lo que la expresión (en este caso el símbolo demostrativo) expresa. En otras palabras, aprender la aplicación de una palabra no equivale a aprender su definición. Debemos, pues, rehusarnos a admitir la *definición extensiva*. De tal suerte, no podemos estar de acuerdo con Johnson en que los nombres propios pueden ser definidos. Él reconoce una forma de definición que consiste en "el acto de indicar, presentar o introducir el objeto al cual ha de aplicarse el nombre", y le da el nombre de *definición ostensiva*. Ésta está más expuesta todavía a las objeciones que se presentan contra la definición extensiva. La segunda implica cuando menos la selección de ejemplos típicos de una clase que tiene características a través de las cuales la clase podría distinguirse de otras clases; en el caso de los nombres propios, sin embargo, y de las palabras tales como "*rojo*" —que Johnson considera también ostensivamente definibles—, los nombres simplemente demuestran. Ésa es su única función. Considerarlos definibles es confundir *entender un símbolo* con *definirlo*.

El mismo error ocurre en relación con lo que Johnson llama *definición biverbal*. Un ejemplo sería "*Tapferkeit* significa *coraje*" o "*valor* significa *coraje*". Esto es la traducción de una palabra por otra. Es indudablemente un proceso útil; pero no es definición. Es acaso en virtud de haber introducido tales formas que Johnson ha llegado a la extraordinaria concepción de que la definición *no es otra cosa que la sustitución* de frases verbales. Así, dice él: "Nuestro problema es cómo definir una frase verbal dada; y la solución es sustituirla por otra frase verbal. Ésta es la descripción completa y universal del *procedimiento* de definición, que justifica nuestra restricción del asunto a la definición biverbal; su *propósito* obvio queda cumplido si se entiende la frase sustituida." [3] Pero, al definir, no *sustituimos* una expresión (o frase verbal) por otra. Usamos *dos* expresiones relacionadas en la forma que hemos explicado. Es cierto que, puesto que las expresiones son equivalentes, es lícito sustituir la una por la otra en cualquier ocasión de su uso. Pero la definición no es una *afirmación* de que una *puede* ser sustituida por la otra, aunque del hecho de que es una definición se desprende que tal sustitución es posible. Es sumamente engañoso sugerir que la definición es meramente sustitución.

Concluimos, pues, que para definir una expresión (verbal o de otro tipo) debemos usar *dos* expresiones, la expresión definidora y la ex-

[3] W. E. J., parte I, p. 104.

presión que debe ser definida; que debe aseverarse que estas expresiones son equivalentes; que, finalmente, la expresión definidora debe contener más palabras (o símbolos) que la expresión definida. La necesidad de la última condición para lo que ordinariamente se da a entender por "definición" se hace clara si consideramos que nadie diría "figura plana formada por tres líneas que se cortan mutuamente" *es definida por* "triángulo". Por el contrario, la primera expresión define a "triángulo".

En la definición que acabamos de dar de "triángulo" vemos que la expresión definidora se refiere a una clase más amplia, *figuras planas,* dentro de la cual los *triángulos* se distinguen por tener la propiedad de *estar formados por tres líneas que se cortan mutuamente.* Esta forma de definición es de gran importancia. Tradicionalmente se la conoce como *definición per genus et differentiam.* En el siguiente párrafo explicaremos este nombre técnico y examinaremos esta forma de definición. Aquí es suficiente considerar el *género* como una clase más amplia de la cual se diferencia la clase más pequeña (a saber, *triángulo*) por medio de una característica distintiva.

Existe otra forma de definición de gran importancia en las matemáticas, que examinaremos en el último párrafo de este capítulo. Podemos mencionarla brevemente aquí. Es la *definición analítica de una expresión* (verbal o simbólica). Un ejemplo de esta forma de definición es la siguiente definición de "primos segundos".

"Primos segundos" son "aquellos cuyos padres son primos hermanos".

"Primos hermanos" son "varones o hembras uno de cuyos progenitores es hermano o hermana de un progenitor del otro". [4]

Es posible definir por *descripción definida,* por ejemplo, "Un círculo es la figura cuyo perímetro encierra el área más grande." A menudo se encuentra otra forma de definición en la geometría, que recibe el nombre de definición *genética.* Ésta consiste en enunciar cómo puede construirse la figura. Así, "un cicloide" puede definirse como "la curva plana trazada por un punto de la circunferencia cuando ésta rueda sobre una línea recta". Éste es también, en realidad, un ejemplo de definición por descripción definida; se llama genética porque la descripción describe el modo de trazar un cicloide. Sólo en una etapa avanzada del desarrollo de la teoría matemática se pudo lograr una definición analítica de un cicloide.

Los lógicos tradicionales han formulado ciertas reglas, que podemos enunciar aquí, para construir definiciones. Estas reglas, tal como son enunciadas tradicionalmente, son defectuosas en su forma; no son igualmente últimas y no alcanzan a distinguir entre la naturaleza de una definición y el propósito de construir definiciones. Las distinguiremos en dos conjuntos:

[4] Véase § 4 más adelante.

A. *Reglas concernientes a la naturaleza de la definición.*

1. El *definiens* debe ser equivalente al *definiendum.* De esta regla se desprenden dos corolarios:

1·1.[5] El *definiens* no debe ser más amplio que el *definiendum.*

1·2. El *definiens* no debe ser más estrecho que el *definiendum.*

Resulta claro que la violación de cualquiera de estos corolarios es inconsecuente con la naturaleza de la definición. Si la definición es *per genus et differentiam,* estas reglas serán observadas. Ha sido costumbre dar como primera regla que la definición *debe* ser *per genus et differentiam.* Esto, sin embargo, entraña una concepción indebidamente estrecha de la naturaleza de la definición. Empero, es un modo de asegurar la equivalencia que requiere nuestra primera regla.[6]

B. *Reglas concernientes al propósito de la definición.*

2. El *definiens* no debe incluir ninguna expresión que aparezca en el *definiendum* o que sólo pudiera definirse en términos de éste.

3. El *definiens* no debe expresarse en términos oscuros o figurativos.

4. El *definiens* no debe expresarse negativamente, a menos que el *definiendum* sea negativo.[7]

Puesto que el propósito de una definición es hacer claro el significado de una expresión, se desprende de ello que este propósito se frustraría si se violara cualquiera de estas reglas. Si la expresión que debe ser definida ocurre en la expresión definidora, entonces esta última expresión necesitará igualmente ser definida.[8] La inobservancia de esta regla tiene como resultado lo que se ha llamado falacia de la definición circular. El propósito se frustraría también si la expresión definidora fuese oscura o figurativa. Lo que es oscuro es relativo al conocimiento de la persona que pide la definición. La defini-

[5] Los corolarios se numeran de esta manera para mostrar que son consecuencias inmediatas de la regla 1. El punto decimal nos permite distinguir entre los dos corolarios.

[6] Joseph, cuyo tratamiento de la definición es el más satisfactorio desde el punto de vista tradicional, incluye esta regla. De consiguiente, dos de sus tres primeras reglas son claramente redundantes.

[7] Como ejemplos de la violación de estas reglas, podemos ofrecer:
1·1. Un político es una persona interesada en los asuntos públicos.
1·2. Un político es un miembro del parlamento.
2. La vida es la suma total de las fuerzas que resisten a la muerte.
3. Un caballo es el noble animal que es el amigo del hombre.
4. Una *matinée* no es una función matinal.

[8] Existe una aparente excepción a esta regla, que examinaremos en § 4.

ción de "abejorro" que ofrece un biólogo no sería instructiva para un profano a menos que éste desentrañara el significado de todas las expresiones usadas en el *definiens*. En este caso, indudablemente adquiriría ideas más claras al precio de ciertas dificultades, pero lo más probable es que una descripción satisficiera más fácilmente su necesidad. La regla de evitar expresiones negativas se desprende también del hecho de que el propósito de una definición no es el de enunciar el significado de alguna expresión. Como regla general, no aprendemos qué significa una expresión mediante el conocimiento de lo que no significa. Sin embargo, si la expresión que debe ser definida es puramente negativa, entonces el *definiens* puede ser negativo. Por ejemplo, podemos definir "solterona" como "una mujer que no se ha casado".

Hemos hablado constantemente de definir una expresión por medio de otra expresión. En este punto podemos hacer una pregunta cuya respuesta ha ocasionado una controversia considerable. ¿Definimos *expresiones* o *lo que las expresiones representan*? Muchos lógicos sostienen que es lo segundo lo que se define. Esto, sin embargo, es un error. Mill enunció la concepción correcta cuando dijo: "Todas las definiciones son de nombres y solamente de nombres." [9] La concepción contraria se basa principalmente en dos consideraciones que son importantes, pero que no implican la conclusión de que las definiciones no definen palabras. La primera es la íntima conexión entre las palabras y lo que ellas expresan. Esto ha hecho difícil determinar qué es lo que se define. La segunda es la creencia de que el lenguaje consiste en símbolos verbales arbitrarios, de modo que, si la definición define palabras, entonces toda definición es arbitraria. Examinaremos en primer lugar el segundo punto. Es cierto que hay un elemento arbitrario en el lenguaje en la medida en que no hay conexión esencial entre una palabra y lo que ella expresa, excepto en el caso de las palabras onomatopéyicas. La existencia de diferentes idiomas así lo muestra. "Luna" no es un símbolo más adecuado que "moon" para expresar lo que tanto "luna" como "moon" representan. Lo que se da a entender cuando se dice que la expresión de *luna* por "luna" es arbitraria, se expresaría quizá de manera más apropiada diciendo que es *convencional*. El problema de cómo ha venido a emplearse una palabra para expresar lo que expresa, es un problema histórico que usualmente no admite respuesta, excepto en el caso de una terminología conscientemente creada, como "oxígeno", "voltio", "vitamina", "kilogramo". Dar una derivación etimológica de una palabra sólo retrotrae el problema a una etapa anterior. Si todas las palabras fuesen onomatopéyicas, es poco probable que el problema de si lo que se define son las palabras o lo que ellas expresan jamás se hubiera presentado. Afortunadamente, no todas las palabras son onomatopéyicas.

[9] *Logic*, libro I, capítulo VIII, § 5. Mill usa "nombre" donde yo he usado "palabra", o "símbolo" o "expresión".

El elemento convencional en el lenguaje no hace que la definición de las palabras sea arbitraria. Independientemente de cómo una palabra (o sonido) particular haya venido a estar asociada con lo que expresa, su significado depende ahora de su uso. Se desprende de ello que la definición de las palabras tiene que ver con la manera como son usadas. A veces se sostiene, especialmente por parte de aquellos que mantienen que toda definición es arbitraria, que las definiciones no son ni verdaderas ni falsas, sino meramente correctas o incorrectas. Esto es un error. Una definición es verdadera si la expresión definidora equivale al uso correcto del *definiendum*. No siempre es fácil determinar cuál es el uso correcto de una palabra. El caso más simple es el de los términos técnicos utilizados por los especialistas que se han tomado el trabajo de definirlos explícitamente. En el otro extremo se encuentran las palabras cotidianas que todos empleamos más o menos correctamente, pero pocas de las cuales podríamos definir. Para los fines de la discusión ordinaria, generalmente usamos palabras cuyo uso correcto conocemos bastante bien. Lo que se llama una *disputa verbal* es una disputa acerca de una cuestión de hecho, a saber, acerca de cómo usan una palabra quienes la usan correctamente. Se supone que hay un uso correcto y un uso incorrecto. Puesto que la función de las palabras es la de *comunicar* el pensamiento, dejarían de cumplir su cometido si sus significados no fuesen fijos. Puede dudarse que cualesquiera disputas serias sean puramente verbales.[10] Cuando A y B usan las mismas palabras con diferentes significados, generalmente tienen concepciones diferentes acerca de los hechos que expresan usando palabras. En lo tocante a temas tales como la religión, el arte y la política, para cuya discusión todos nos sentimos competentes, pueden presentarse disputas que parecen ser verbales. Supongamos, por ejemplo, que A asevera que *La noche* de Epstein es una obra de arte y B que no lo es. Es improbable que su disputa se refiera al significado de las palabras "una obra de arte". La disputa probablemente se desprende del hecho de que A y B tienen concepciones diferentes de la naturaleza del arte. Si la disputa fuera puramente verbal, se le podría poner fin mediante el acuerdo: "Bueno, lo que tú llamas una obra de arte no es lo que *yo* llamo 'una obra de arte'." Tales disputas por lo general no terminan así. Se piensa que en ellas está comprometido algo más que una diferencia arbitraria en el uso de las palabras.

Las definiciones, ciertamente, pueden ser arbitrarias. Al desarrollar un tema, un orador (o un escritor) puede afirmar: "Voy a usar 'X' para significar tal o cual cosa." Por ejemplo, puede decir: "Lo que yo llamo 'deberes de salvaguarda' son llamados generalmente 'deberes de protección'." Su afirmación será verdadera si él usa así la palabra; si no, será falsa. La mayor parte de las definiciones, sin embargo, no son arbitrarias.

[10] *Cf.* LOCKE, *An essay concerning human understanding*, libro IV, capítulo VIII.

Es porque no son arbitrarias que las definiciones son útiles. Considérense, por ejemplo, las dos palabras "estrella" y "planeta". La palabra "estrella" fue usada para representar puntos brillantes visibles en el cielo durante la noche. Los astrónomos llegaron a distinguir con el tiempo estos puntos brillantes en dos conjuntos diferentes, llamando a uno "estrellas" y al otro "estrellas errantes". Más tarde, el adjetivo descriptivo "errante" vino a ser considerado como una designación más importante que "estrellas", de modo que éstas fueron llamadas "planetas" ("los errantes"). Aquellos que actualmente usan "estrella" correctamente, no la usan para expresar lo que se llama "planetas". El reconocimiento de un conjunto distintivo de características condujo al uso de una nueva palabra. Vemos, pues, la importancia de la primera consideración antes mencionada, a saber, la íntima conexión entre las palabras y lo que ellas expresan. El uso de "planeta" está determinado por las características acerca de las cuales desean hablar las personas, por lo tanto, no parece absurdo suponer que, al definir "planeta", estemos definiendo *lo que se llama planetas.* Sin embargo, esta suposición es errónea. Definimos la palabra, pero hay una palabra que definir sólo porque queremos hablar acerca de lo que ella expresa.

§ 2. *La teoría de los predicables y su relación con la teoría tradicional de la definición*

En este párrafo trataremos una doctrina aristotélica de gran importancia histórica. Aristóteles la introduce así: "Ahora bien, toda proposición y todo problema indica o bien un género o bien una peculiaridad o un accidente, pues la diferencia también, aplicable como es a una clase (o género), debe ser clasificada con el mismo rango que el género. Sin embargo, puesto que de aquello que es peculiar a algo, una parte significa su esencia y otra parte no, dividamos lo 'peculiar' en las dos partes mencionadas y llamemos 'definición' a aquella parte que indica la esencia, y respecto a la parte restante adoptemos la terminología que es generalmente corriente acerca de estas cosas y hablemos de ella como una 'propiedad'. Lo que hemos dicho, pues, hace claro que, de acuerdo con nuestra actual división, los elementos vienen a ser cuatro en total, a saber, o propiedad o definición, o género o accidente." [11] La doctrina indicada en este pasaje ha tenido enorme importancia en el desarrollo subsecuente de la teoría lógica. A fin de entender la enunciación de la doctrina por Aristóteles, es importante tomar en cuenta su clima de pensamiento y recordar que su obra consistió principalmente en sistematizar y desarrollar doctrinas originadas, o cuando menos sugeridas, por Sócrates y Platón. [12]

El arte de la discusión argumentativa, o debate, fue un pasatiem-

[11] *Topica,* 101*b*, 17-25.

[12] *Cf.* capítulo XXV, § 2 del presente libro.

po favorito de los griegos, quienes lo llevaron a un alto grado de excelencia. Sócrates era un maestro reconocido de este arte. Él mismo no estaba interesado principalmente en la teoría lógica, pero influyó enormemente en su desarrollo ulterior a través de sus discípulos, señaladamente Platón y Aristóteles. El interés de Sócrates estaba centrado en problemas morales acerca de los cuales trató constantemente de pensar con claridad. Él pensaba que con sólo *saber* lo que son la justicia, la santidad, el valor, etcétera, actuaríamos justamente, valerosamente, etcétera. Es decir, él quería saber qué *son* las cosas. Vio que la mayoría de los hombres que elogian un acto como *justo*, o lo condenan como *injusto*, no tienen sino una concepción vaga y poco clara acerca de los fundamentos de su juicio. Su propósito era descubrir estos fundamentos, encontrar el *principio*, o *fórmula*, de acuerdo con el cual podemos juzgar "Este acto es justo", "Este acto es santo", etcétera. Así fue llevado a buscar lo que podemos llamar "la definición" de *justicia*, de *santidad*, etcétera. Como tarea preliminar, examinó los actos llamados "justos", a fin de tomar en cuenta casos que podrían parecer excepcionales y poder ver así qué características debe tener un acto que haya de ser juzgado *justo*.[13] La aplicación de la definición tomaría entonces la forma: Un acto de tal clase es justo; este acto es de tal clase; por lo tanto, este acto es justo. Se advertirá que este razonamiento tiene la forma de lo que Aristóteles posteriormente llamó el "silogismo científico". La premisa menor es de la forma: *Esta* A *es* B; la premisa mayor es de la forma: *Toda B es* C. La inferencia consiste en colocar el acto, enunciado en la premisa menor, bajo el principio, enunciado en la mayor. Este principio, o fórmula, exhibe lo que la justicia *es esencialmente*. Las palabras en cursivas tienen gran importancia. Vale la pena tomarse el trabajo de intentar entenderlas. Todos estamos familiarizados con la distinción entre qué *son esencialmente* las cosas y qué son, por decirlo así, *por accidente*. Podemos observar diversos actos justos en diferentes ocasiones y en diferentes circunstancias. Algunas de estas características, presentes en algunas ocasiones pero no en otras, revelarán *no ser esenciales*. Decir que no son esenciales es decir que no son indispensables para que el acto *sea justo*. Aquellas características que son indispensables para que el acto *sea justo* son aquellas características que hacen del acto un acto *justo*. Son estas características las que Sócrates se propuso expresar en la fórmula: *La justicia es aquello que tiene tales y cuales características*.

Muchos de los diálogos de Platón tratan de la búsqueda de definiciones. El método es el método de Sócrates. Ahora bien, Aristóteles estaba profundamente interesado en el aspecto lógico de este método. Escribió un extenso tratado, los *Tópicos*, sobre los principios de la discusión argumentativa. El pasaje de esta obra que citamos al prin-

[13] Véase, por ejemplo, *La república*.

cipio de este párrafo aparece en el examen que hace Aristóteles de las premisas del argumento. Él quería distinguir las diversas maneras en que los predicados pueden estar relacionados con el mismo sujeto, el cual es un término general —por ejemplo, *Todo acto justo*— o un concepto — por ejemplo, la *justicia*. Puesto que Aristóteles tomó como modelo de razonamiento el modo socrático de indagación, y no, como podría haberse esperado, el razonamiento matemático, su pregunta tomó naturalmente la forma "¿Qué es lo que tal y cual es?" Al contestar esta pregunta, consideró fundamental la distinción entre las características *esenciales* y las *no-esenciales*. Lo que es esencial está necesariamente relacionado con el sujeto, y lo que no es esencial está accidentalmente relacionado con él. Estas distinciones son comunes a Sócrates y Aristóteles, pero la terminología es la de Aristóteles, pues él fue el primero que intentó precisar la distinción.

Hemos visto que la definición de *justicia* enuncia lo que la justicia *es esencialmente*. Dondequiera que estén estas características esenciales, allí está la justicia. En tales casos, dice Aristóteles, el sujeto y el predicado son convertibles, o, como también dice él, conmensurados. En este punto Aristóteles estableció una distinción no reconocida explícitamente por Sócrates, que puede haber sido sugerida por la reflexión sobre el razonamiento matemático, o demostración. Aristóteles distinguió las características esenciales entre *esencia* y *no-esencia*. La noción aristotélica de la esencia es difícil de entender. Aristóteles no la explica en ninguna parte con claridad pero parece considerar la "esencia" como un término técnico que ha de permanecer indefinido y por medio del cual él define aquellos predicables que van a ser contrastados con él. Es importante no confundir *la esencia de* A, en el sentido técnico de Aristóteles, con *lo que* A *es esencialmente*. Lo segundo es lo que Aristóteles llama, en el pasaje antes transcrito, una "peculiaridad" de A. Aquella parte de la "peculiaridad" de A que no es esencia, Aristóteles la nombra con su nuevo término técnico "propiedad". Una *propiedad* debe contrastarse con *la definición*, pues una definición de A expresa la *esencia* de A, y propiedad no es esencia. Finalmente, aquellas características de A que no son parte de su "peculiaridad" (o que no son *lo que* A *es esencialmente*) las nombra Aristóteles con su término técnico "accidentes". Un ejemplo puede hacer estas distinciones más claras. Dado el sujeto *círculo*, podemos afirmar las siguientes proposiciones: (1) Un círculo es una curva plana cada uno de cuyos puntos es equidistante de un punto dado; (2) un círculo es una curva plana; (3) un círculo es tal que el ángulo en el segmento que subtiende un diámetro es un ángulo recto; (4) un círculo puede tener un diámetro de ocho centímetros. La primera proposición afirma la *esencia*; es una definición de *círculo*. Una *curva plana* es el género de círculo; es la especie, o clase, de figura geométrica que es un círculo. La tercera proposición afirma lo que Aristóteles llama una "propiedad", que ahora

llamamos usualmente por el nombre latino *proprium*.[14] La cuarta proposición afirma una característica que un círculo puede tener, pero que no todos los círculos tienen. Esto es un *accidente*.

Aristóteles da las siguientes definiciones de estos cuatro predicables:

1. "Una 'definición' es una frase que significa la esencia de una cosa."

2. "Una 'propiedad' es un predicado que no indica la esencia de la cosa, pero que sin embargo pertenece a esa sola cosa, y es convertiblemente predicado acerca de ella."

3. "Un 'género' es lo que es predicado, en la categoría de esencia, acerca de un número de cosas que exhiben diferencias de clase."

4. "Un 'accidente' es algo que posiblemente puede o no pertenecer a una y la misma cosa."[15]

De estas definiciones, la más difícil de entender es aquella entre *definición* y *propiedad*. Aristóteles distingue dos elementos en la definición: el género y la *diferencia*. La naturaleza de esta distinción sólo puede entenderse si se tiene en mente que el sujeto definido, que Aristóteles constantemente llama "una cosa" es una *especie*, es decir, "cosas de cierto tipo" o "una clase". Una especie es expresada por lo que hemos llamado un "nombre de clase". Dos o más especies pueden tener características en común que hacen posible considerar que las dos especies juntas constituyen una clase. Tal clase es un *género*.[16] Una especie de un género es *diferenciada* de otra especie por una diferencia característica. Esta característica es lo que Aristóteles significó por "diferencia", como lo sugiere la palabra "diferenciado", que ha pasado al lenguaje común. Así, pues, una diferencia parece ser aquello que en otro lugar hemos llamado la *propiedad definidora* de una clase. Pero Aristóteles no consideraba una especie, o un género, como *una clase* en el sentido de una colección de miembros. Él insistió en que las partes de una definición son *una*, y es por esta razón que la definición expresa la *esencia*.[17] Esta concepción del género como una unidad capaz de ser comprehendida en la fórmula simple que constituye la definición o es expresada por ella, con-

[14] De aquí en adelante escribiremos "*proprium*" en lugar de "propiedad", en el sentido de Aristóteles, a fin de evitar confusión con el uso más amplio de "propiedad" como sinónimo de "característica" que ahora es corriente.

[15] *Topica*, libro I, capítulo V, 102*a*.

[16] La definición de "género" que da Aristóteles es muy insatisfactoria y parece ser circular. Sus afirmaciones respecto a la "diferencia" son inconexas y poco claras. En un lugar dice: "La diferencia de una cosa nunca significa su esencia, sino más bien alguna cualidad, como lo hacen 'andar' y 'bípedo'." (122*b*, 17.)

[17] *Cf.* ARISTÓTELES, *Met. Z.*, XII.

cuerda con la creencia de Aristóteles de que las cosas tienen esencias fijas e inalterables. La búsqueda de una definición era la búsqueda para determinar esta esencia y aprehender así, en una noción, las características que pertenecen a *la cosa como tal*. La esencia es algo dado; es primaria e inderivable. El *proprium* es lo que es derivable de la esencia. Al igual que la esencia, el *proprium* es esencial al sujeto y convertible con él. Empero, no es parte de la esencia. La conexión entre ellos parece consistir en que el *proprium* es *lo que se desprende* de la esencia. En tanto que la esencia es dada o supuesta, los *propria* son demostrados. Esta distinción entre la esencia como dada y los *propria* como demostrados es la base de la teoría del conocimiento científico de Aristóteles.[18] Sería difícil aplicar esta distinción a los conceptos morales o a los conceptos biológicos, aunque existe un sentido en el que puede aplicarse a los conceptos de la geometría. Lo que se desprende por demostración de la definición de círculo son *propria* del círculo. El propio Aristóteles da el ejemplo: "Es una propiedad del hombre ser capaz de aprender gramática; pues si A es un hombre, entonces es capaz de aprender gramática, y si es capaz de aprender gramática es un hombre."[19] Pero no indica *cómo* podría demostrarse que esta propiedad se desprende de la esencia del hombre. Tampoco es el caso incluso con las definiciones matemáticas que los *propria* puedan ser demostrados a partir de ellas *solas*. Más aún, la distinción entre los *propria* y la definición parecería ser relativa y depender de la definición que sea seleccionada. Esta admisión estaría de acuerdo con las concepciones modernas de las matemáticas. Pero Aristóteles no consideró que la distinción fuese relativa, puesto que la esencia es fija e inalterable. Podemos concluir, pues, que si bien la distinción entre las características esenciales y las accidentales tiene una importancia fundamental, la distinción entre la definición como *expresión de la esencia* y los propria *como demostrables* no puede establecerse exactamente de la misma manera que Aristóteles la estableció.

La teoría de los predicables de Aristóteles es una teoría de la manera en que los predicados pueden estar relacionados entre sí. Así, el género, la definición, los *propria* y los accidentes son predicables de la especie, que es ella misma un posible predicado, o universal, predicable acerca de los individuos. La clasificación tradicional de los predicables no es aristotélica. Fue derivada de Porfirio,[20] quien desafortunadamente sustituyó *especie* por *definición*,

[18] Véase *Post. Anal.*, libro II, *passim*, especialmente los capítulos 4-9. *Cf.* también 90*b*, 30: "La definición es de la naturaleza esencial o el ser de algo, y todas las demostraciones evidentemente proponen o suponen la naturaleza esencial."

[19] *Topica*, 102*a*, 20.

[20] Porfirio vivió en el siglo III d.C. Su *Introducción a las categorías* (la Εἰσαγωγή) fue más estudiada en la Edad Media que las propias obras de Aristóteles.

abandonando así el punto de vista de Aristóteles. Los cinco predicables de Porfirio son: género, especie, diferencia, *proprium*, accidente. Su clasificación está basada en las relaciones que un predicado puede tener con un sujeto individual, es decir, con un sujeto *qua* individuo, no un individuo de *cierta especie*. Así, por ejemplo, el sujeto no será *hombre*, sino *Sócrates*. Este cambio introdujo nuevas dificultades, puesto que plantea el problema de qué es realmente una especie y qué es un género dentro de un género. ¿Es la especie de Sócrates *griego* u *hombre*? Esto podría parecer un avance respecto de la concepción de Aristóteles, pero en realidad confunde la base de la clasificación aristotélica, en la que la distinción entre especie y género no es relativa sino absoluta. Además, la dificultad de distinguir entre lo que es un accidente y lo que es un *proprium* de un individuo, condujo a Porfirio a distinguir entre accidentes *separables* e *inseparables*. Un accidente de una especie, por ejemplo, ojos azules, es un accidente inseparable del individuo de ojos azules; pero su estatura es un accidente separable, puesto que varía en diferentes periodos de su vida. Es obvio que esta distinción no tiene una base clara. Un "accidente inseparable" es una contradicción en los términos.

La teoría tradicional de la definición se basa en la teoría de los predicables. Puede resumirse en la regla: la definición debe ser *per genus et differentiam* (es decir, por asignación del género y de la característica distintiva). Esta regla expresa la concepción aristotélica de que la definición enuncia la esencia de lo que se define. De consiguiente, los lógicos tradicionales consideraron que la definición es de *cosas de cierta especie*, es decir, especies o conceptos, no de *nombres*.[21] Se supone que todo tiene una esencia determinada y que hay una y sólo una definición apropiada a ella, o sea, aquella que expresa la esencia. Desde este punto de vista, la definición bien puede ser la culminación de la indagación científica. Las definiciones no serán arbitrarias en ningún sentido; serán determinadas por la naturaleza de las cosas. La concepción tradicional de la geometría sustentaba esta concepción, puesto que las figuras geométricas se consideraban como dadas en la intuición por la construcción de la figura. La definición de *triángulo* como *figura plana formada por tres líneas que se cortan mutuamente* parecía expresar la esencia como no la expresaría ninguna otra definición. De aquí la aceptación de la concepción aristotélica de que la distinción entre esencia y *proprium* es absoluta. Asimismo, mientras se creyese en la fijeza de las especies orgánicas, parecería que cada especie tiene una esencia que debería ser enunciada en la definición. Las teorías modernas de la evolución orgánica se han combinado con las teorías modernas de las matemáticas para destruir la base de la concepción aristotélica de la esencia y, por lo tanto, para infundir dudas sobre la teoría tradicional de la definición.

[21] *Cf.* Aristóteles, *Anal. Post.* 92*b*, 25-35.

§ 3. *Clasificación y división en relación con la definición*

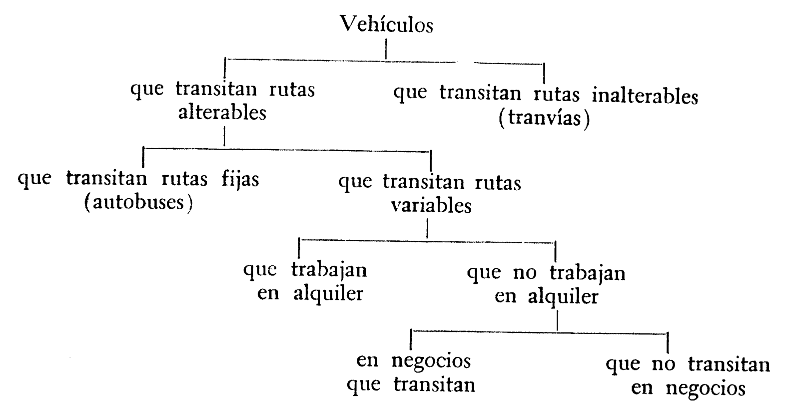
La definición de una especie *per genus et differentiam* exhibe a ésta en relación con otras especies coordinadas con ella en el mismo género. Por ejemplo, la susodicha definición de *triángulo* coordina a éste con otras especies de figuras planas que se diferencian de los triángulos en que están formadas por más de tres líneas rectas. Si el género puede ser definido asimismo, es una especie relativamente a algún otro género, y así sucesivamente. Semejante organización ordenada bajo géneros más y más amplios constituye una clasificación o sistema clasificador.[22] La clasificación presupone la operación de agrupar en clases, es decir, de agrupar a los individuos en virtud de sus similitudes. La clasificación es útil sólo cuando las clases que han de ser agrupadas tienen características importantes en común.[23] Así, las clases son reconocidas por nombres de clase definidos. La organización ordenada de tales clases constituye una base útil para la inferencia, así como algunas veces proveen un sumario útil de lo que se conoce acerca de un asunto dado.

Supóngase, por ejemplo, que un Ministro de Transportes tuviera que enfrentarse con el problema del tránsito en las calles de Londres. Él dispondría, en un comienzo, de un conjunto de nombres de clases que distinguen las diferentes clases, o especies, de vehículos, por ejemplo: autobuses, tranvías, taxis, automóviles particulares, camiones, carros de caballos, etcétera. Ahora bien, si él quisiera disminuir la presión del tránsito en Holborn, tendría que tomar en cuenta el hecho de que los tranvías no pueden alterar sus rutas porque corren sobre rieles fijos. Esto le proporcionaría una *diferencia* para distinguir los tranvías de otros vehículos. Luego, asimismo, los autobuses, en comparación con los taxis, tienen rutas menos flexibles. El ministro podría decidir limitar ciertas calles a tranvías y autobuses, haciendo que los taxis, los automóviles particulares, los camiones y los vehículos tirados por caballos se desviaran por otras rutas; o podría decidir adoptar el sistema de calles con tránsito en un solo sentido, planeado de tal forma que no interfiriera con las rutas de los tranvías. Si él adoptara la segunda alternativa, no tendría que tomar en cuenta las diferencias entre los vehículos que no fueran tranvías. O, asimismo, podría decidir que la diferencia más importante entre los vehículos es la que hay entre los vehículos lentos y los rápidos. En ese caso, confinaría los vehículos tirados por caballos a ciertas rutas, dejando a los tranvías y a los vehículos de motor en libertad de usar cualesquiera rutas. O bien podría reconocer que el tamaño y el peso son factores importantes en la velocidad de movimiento, de modo que

[22] Véase el capítulo III, § 3.
[23] Véase el capítulo XIV, § 2.

los camiones con mucha carga y los que se usan para mudanzas serían clasificados con los vehículos tirados por caballos.

Este ejemplo rudimentario nos permitirá ver la utilidad de organizar las clases en cierto orden. *Cuál* sea el orden elegido dependerá del propósito de la clasificación. Si el Ministro de Hacienda fuera a clasificar vehículos desde el punto de vista del cobro de impuestos, adoptaría un principio de organización diferente del que adoptó el Ministro de Transportes. Así, podría considerar si los vehículos son utilizados para fines públicos o privados; qué estilo de vehículo se está usando, distinguiendo los automóviles de acuerdo con su costo inicial, sus caballos de fuerza, etcétera. Así obtendría una diferente organización de clases de vehículos adecuada a su propósito diferente. Los vehículos son susceptibles de cualquier orden que el hombre práctico o el lógico pueda imponerles. El lógico está interesado en los principios que cualquier clasificación satisfactoria debe exhibir. La manera más fácil de aprehender estos principios es considerando una clasificación completada desde el punto de vista inverso. En lugar de empezar con un conjunto de clases que tienen que ser agrupadas bajo clases más amplias, podemos comenzar con la clase más amplia y considerar cómo esta clase puede distinguirse sucesivamente en clases menores. Este proceso de dividir una clase entre sus sub-clases constituyentes se conoce con el nombre de *división lógica*. Así, para volver a nuestro ejemplo, el Ministro de Transportes puede comenzar su investigación considerando la clase *vehículos* y preguntándose cómo pueden diferenciarse los *vehículos* en diferentes *clases de vehículos*. De esta manera podría obtener la siguiente división:



El Ministro podría ver entonces de una ojeada que los reglamentos que proponen alteraciones de rutas deben estar limitados a aquellos vehículos incluidos en el lado izquierdo; que el grupo incluido en la clase *que transitan rutas variables* son los que admiten interferencia más fácilmente por medio de la reglamentación del tránsito.

Resulta claro que, para lograr tal organización ordenada de clases, primero es necesario tener un conocimiento considerable sobre las características de cada clase. Tampoco son siempre las características obvias las más importantes para los fines de clasificación. Por ejemplo, la dueña de una pensión que se pone a ordenar los libros de un estudiante se dejará guiar, casi seguramente, por características tales como el *tamaño*, el *estilo de encuadernación*, el *color*, etcétera. Una clasificación de libros con base en tales características sería totalmente anticientífica, y no se le ocurriría a ninguna persona familiarizada con la naturaleza de los libros desde adentro. La antigua división botánica de *árboles*, *arbustos* y *hierbas*, aunque la sugieren características obvias no se basa, según se ha demostrado, en diferencias importantes. Una definición de una especie *per genus et differentiam* sugiere la base sobre la cual debe efectuarse la división. La base de la división (es decir, la característica diferenciadora) se conoce frecuentemente por el nombre latino "*fundamentum divisionis*". Los principios que regulan una división lógica quedan resumidos por lo general en las siguientes reglas:

1. Debe haber un solo *fundamentum divisionis* en cada paso.

2. La división debe ser exhaustiva.

3. Los pasos sucesivos de la división (si hubiese más de uno) deben proceder por etapas graduales.

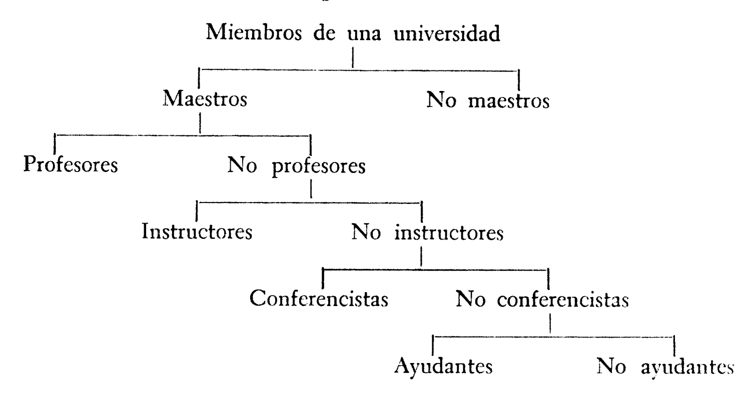
De la regla 1 se desprende el corolario de que las clases deben ser mutuamente excluyentes. La violación de esta regla tiene como resultado la falacia de la *división cruzada* o clases sobrepuestas. Por ejemplo, si los *vehículos fuesen* divididos en *vehículos públicos*, *vehículos privados*, *automóviles* y *camiones*, habría más de una base de división, con el resultado de que las clases se imbricarían.

La regla 2 asegura que ninguna clase sea omitida, de modo que la suma de las sub-clases igualará a la clase entera dividida o clasificada.

La regla 3 asegura que cada etapa de la subdivisión estará de acuerdo con el *fundamentum divisionis* original. Si, por ejemplo, al dividir los *vehículos* hubiésemos dividido además los *vehículos que transitan rutas variables en alquiler* entre *los que son conducidos por su propietario* y *los que no son conducidos por su propietario*, habríamos introducido una característica impertinente al propósito de la organización ordenada.

Un examen de nuestro ejemplo mostrará que, en cada etapa, la división fue entre dos y sólo dos clases que se distinguen por poseer o no poseer la misma diferencia. Tal división se llama *división por dicotomía*. Posee la ventaja de que la división es siempre formalmente válida, puesto que opera sobre el principio de que toda clase debe, o bien poseer una característica dada, o bien no poseerla. Éste fue un modo natural de procedimiento en este caso, puesto que el propó-

sito de la división era el de contrastar los vehículos según que sus rutas usuales pudieran o no pudieran ser variadas fácilmente. Sería posible exhibir cada una de las dos clases en las etapas sucesivas como la negativa formal de la otra. Pero la que sería natural escoger es la característica *positiva, transitan rutas variables*. Como un ejemplo de división dicótoma formal podemos dar:



La validez formal de la división no asegura que las sub-clases existan. Así, la clase de maestros que son no-profesores, no-instructores, no-conferencistas y no-ayudantes, es probablemente nula.

En las ciencias naturales, la división dicótoma sería de poca utilidad. El científico procedería por clasificación, no por división, y organizaría sus clases sobre la base de características positivas. Los esquemas de clasificación en las ciencias biológicas han sido profundamente afectados por la teoría de la evolución orgánica. Tales esquemas se basan ahora en el principio de la continuidad de la descendencia, de modo que las especies coordenadas son relaciones de sangre. Por lo tanto, una clasificación biológica se asemeja a un árbol genealógico. Las semejanzas obvias pueden ser muy poco importantes. Por ejemplo, la persona poco enterada clasificaría naturalmente a los animales sobre la base del elemento en que viven. Pero el murciélago tiene más afinidad con los cuadrúpedos que con las aves; la ballena, la foca y el delfín tienen más afinidad con los mamíferos que con los peces, etcétera. Con todo, para ciertos fines la ballena podría ser agrupada con los peces; por ejemplo, hablamos de la pesca de ballenas, debido al modo de cogerlas.

Una clasificación de especies nos permite obtener fácilmente una definición de cualquier especie. Pero no debemos suponer que la clasificación es previa a la definición. Los dos procesos operan *pari passu*. Esto se hace obvio tan pronto como reflexionamos sobre las dificultades en la manera de obtener una buena clasificación. Debemos conocer las propiedades de una especie antes de que podamos saber con qué especies puede ser coordinada y bajo qué género. Por otra

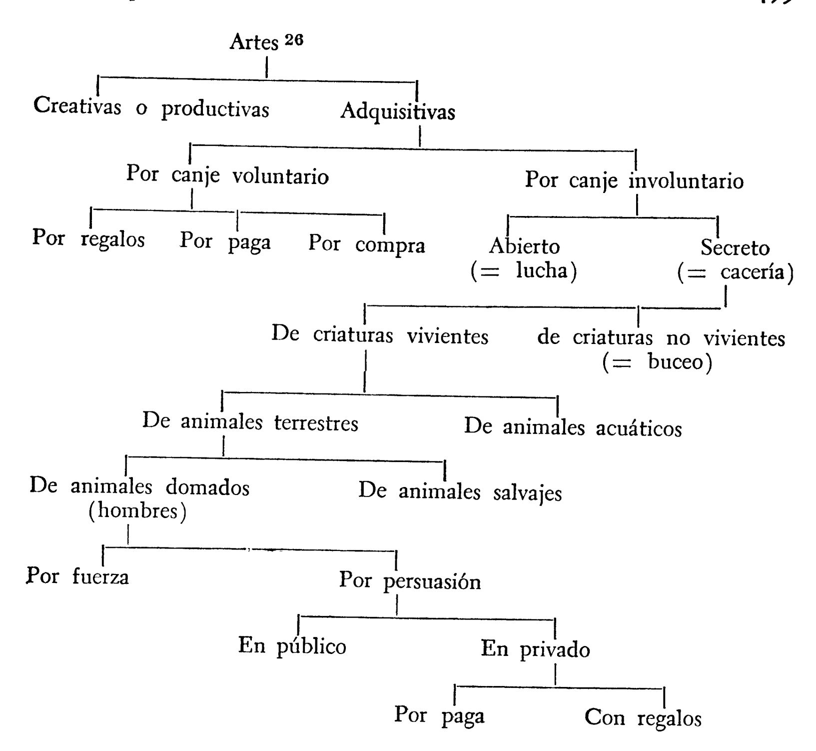
parte, podemos alcanzar un conocimiento más determinado acerca de las características de la especie mediante el proceso de compararla y contrastarla con las otras especies que entran en la clasificación. Platón, que utilizó considerablemente los procesos de clasificación y división en su intento de pensar con claridad, mostró que la clasificación ayuda a la definición y, además, que por medio de la definición aprehendemos la relación de las clases. Un ejemplo tomado de Platón ilustrará este punto.

En el diálogo *El sofista,* Platón intenta descubrir cuáles son exactamente las características de un sofista. Sugiere que, dado que el "método de descubrimiento" es difícil, sería bueno probarlo primero con un sujeto más fácil que un *sofista.* De consiguiente, toma la clase *pescador de caña* e intenta determinar sus características. No disponemos de espacio suficiente para describir la forma sutil y divertida en que Platón desarrolla su método.[24] Sólo podemos esbozar el método y condensar el delicioso examen de Platón en un mero diagrama. Platón sugiere que la característica más obvia del pescador de caña es la de que éste practica un arte. A fin de determinar *qué arte,* debemos subdividir la clase *arte.* El resultado de la división está exhibido en el diagrama de la página siguiente.

Platón, habiendo hecho su subdivisión de las *artes,* percibe que el pescador de caña es "primo del sofista". El pescador de caña se encontrará en una subdivisión de la clase señalada por "de animales acuáticos"; el sofista será el único ocupante de la primera de las dos clases finales en que está dividida la clase *Por canje forzoso de animales terrestres.* De aquí, Platón llega a la definición del sofista que se requiere, resumiéndola de la siguiente manera: "Su arte se puede señalar como una rama de la familia adquisitiva, apropiadora — que caza animales vivos — animales terrestres — animales domados — que caza al hombre — que caza individuos privados — en alquiler — recibiendo dinero en cambio — que tiene apariencia de educación; y esto se llama sofistería, y es una cacería de las almas de jóvenes ricos de buena reputación."[25]

[24] El estudiante no podría hacer mejor cosa que leer el *Sofista,* que constituye un admirable ejercicio de pensamiento claro. Quizá al estudiante diligente se le deba advertir que el siguiente ejemplo de división no guarda conformidad *obvia* con los requisitos del libro de texto de lógica. Su interpretación, sin embargo, puede dejarse a la ingeniosidad del estudiante.

[25] Traducción de Jowett.



Como lo muestra esta definición, las características genéricas están presentes en cada subdivisión sucesiva del género. Una ojeada a cualquiera de los ejemplos de división mostrará que cada clase, excepto la primera y la última, es un género para aquellas que la suceden y una especie para aquellas que la anteceden. La clase a partir de la cual empieza la división se llama un *summum genus* o clase superior; las clases con que termina la división son llamadas *infimae species* o especies inferiores. Cualquier género intermedio que esté subdividido es llamado el *proximum genus* de sus especies constituyentes. Estos nombres no tienen gran importancia. Lo que es importante es reconocer que la distinción entre género y especie es relativa.[27]

Hemos tratado la clasificación y la división como el mismo proceso, fundamentalmente, enfocado desde fines opuestos: la clasificación que procede de las clases desordenadas a la organización ordenada, y la división que procede de una clase dada al análisis de sus sub-clases constituyentes. Desde el punto de vista lógico, esto es incuestionablemente correcto. Pero ninguna clasificación científica alcanza el ideal

[26] "Arte" se usa aquí en el sentido de "una capacidad para hacer algo".
[27] Aristóteles, por supuesto, no habría admitido que la distinción es relativa.

de la división lógica. Las especies naturales no están separadas por demarcación las unas de las otras de una manera anóloga a la división de clases en los ejemplos que hemos dado. No siempre es posible, en modo alguno, descubrir características específicas que diferencien un conjunto de individuos de otro conjunto. Una especie está conectada con otra por vínculos intermedios. De tal suerte, como dice el profesor Goodrich: "La experiencia universal de los naturalistas empeñados en la clasificación de "especies" totalmente modernas, íntimamente aliadas, es que la gran dificultad del trabajo se debe al hecho de que, usualmente, difícilmente es posible encontrar algún carácter lo suficientemente conspicuo y constante para distinguirlas entre sí . . . Lo que comúnmente llamamos una especie es, pues, un agrupamiento de razas íntimamente aliadas y cruzadas entre sí que difieren las unas de las otras por pequeñas diferencias factoriales y que representan, en su conjunto, su fase de evolución actual." [28] Siendo éste el caso, se desprende de ello que una clasificación biológica no puede conformarse estrictamente a la regla de que las clases no deben sobreponerse. Ni tampoco puede asegurar una división exhaustiva, puesto que hay muchas lagunas en las series de organismos vivientes, algunas de las cuales quizás puedan llenarse con animales fósiles, pero muchas de las cuales podrían conjeturarse en el mejor de los casos. Pero, aunque el *modo* de clasificación haya sido profundamente afectado por la cabal aceptación del principio de la continuidad de la descendencia, la finalidad de la clasificación —a saber, organizar las clases de tal modo que sus relaciones puedan exhibirse de acuerdo con los principios del orden jerárquico— permanece inafectada.

§ 4. *Definición y análisis*

En el primer párrafo llegamos a la conclusión de que la definición siempre es definición de símbolos, verbales o de otro tipo. Vimos también que hay una conexión importante entre el símbolo definido y las propiedades de aquello que el símbolo expresa. Ahora tenemos que considerar cuál es exactamente la relación entre la definición analítica de un símbolo y el análisis de un concepto. El examen de esta relación es difícil debido al hecho de que el análisis de un concepto debe ser *expresado* en palabras u otros símbolos, de modo que es sumamente fácil confundir los símbolos con lo que ellos expresan. Por *conceptos* entendemos abstracciones, o nociones universales, tales como *causalidad, sustancia, espacio, tiempo, paternidad, número. Usamos*

[28] *Living organisms: An account of their origin and evolution*, 1924. Puede observarse aquí que, en la botánica, el nombre "especie" se reserva para la clase natural inferior; el siguiente nombre superior a éste, que lo incluye, se llama *género*; luego viene la *familia*; finalmente el *orden*.

tales conceptos, y al usarlos sabemos más o menos vagamente lo que significan. Pero no sabemos sus significados precisos, que entrañan sus relaciones con otros conceptos. El análisis de los conceptos consiste en determinar precisamente cuáles son las propiedades presentes en objetos que caen dentro de estos conceptos. Este análisis es sumamente difícil algunas veces; nunca es posible antes de que hayamos usado los conceptos correctamente. La historia del desarrollo de las matemáticas muestra esto muy claramente. Los matemáticos *usaron* los conceptos *continuidad, infinitud, número, multiplicación, etcétera,* y por medio de ellos descubrieron importantes teoremas mucho antes de que supieran exactamente el significado de estos conceptos. De manera similar, los científicos especializados *usaron* los conceptos *sustancia, causa, espacio, etcétera,* antes de que tuvieran clara conciencia de su significado exacto. El análisis de estos conceptos es la tarea de la filosofía. El hombre ordinario usa asimismo conceptos sin molestarse en hacer su análisis.

La dificultad para evitar la confusión entre *una expresión* y *lo que es expresado* queda ilustrada por el examen que hace Russell de las definiciones en la Introducción de sus *Principia mathematica.* Dice Russell: "Una definición es una declaración de que cierto símbolo o combinación de símbolos recién introducidos significan lo mismo que otra combinación de símbolos cuyo significado ya es conocido." Y añade: "Una definición no es, hablando rigurosamente, parte del sujeto en que *aparece,* pues una definición trata enteramente de los símbolos, no de lo que ellos simbolizan. Además, no es verdadera ni falsa, porque es la expresión de una volición, no de una proposición." Esta última afirmación es ciertamente falsa. Si una definición expresa una volición, debe ser de la forma: "Voy a usar 'X' para expresar lo que 'Y' expresa." Ésta es una proposición que será verdadera si quien habla usa 'X' en esa forma, y falsa si no la usa así. Como vimos en el § 1, el hecho de que una definición sea arbitraria no implica que no sea ni verdadera ni falsa. Russell subraya la concepción de que las definiciones son tan sólo "conveniencias tipográficas" introducidas para abreviar nuestras fórmulas, puesto que el *definiendum* (que siempre es más breve que el *definiens*) siempre puede reemplazar al *definiens* en cualquier fórmula. Esto concuerda con lo que hemos dicho acerca de la definición. Pero Russell añade: "Pese al hecho de que las definiciones son teóricamente superfluas, es cierto sin embargo que a menudo transmiten información más importante que la que contienen las proposiciones en las que se usan." Su importancia, dice Russel, se debe, primero, al hecho de que la introducción de una definición muestra que el *definiens* merece consideración; y, segundo, al hecho de que "cuando lo que se define es (como a menudo ocurre) algo que ya nos es familiar, tal como los números cardinales u ordinales, la definición contiene un análisis de una idea común, y por lo tanto

puede expresar un avance notable". Esta última afirmación contradice claramente su aseveración anterior de que "la definición trata enteramente de los símbolos". Tampoco podría la expresión de la volición del matemático constituir un avance importante en el conocimiento. Es obvio que Russell ha incurrido en la contradicción porque quería hacer dos cosas al mismo tiempo, a saber, definir la *definición* como algo que tiene que ver con los símbolos, y señalar que el *análisis de un concepto*, que puede ser *expresado* de la manera más adecuada en una definición, constituye un avance en el conocimiento.

La definición analítica de un símbolo entraña ciertamente el análisis del concepto que el símbolo expresa. Una definición es una ecuación; ella afirma que un conjunto dado de símbolos equivale a algún otro símbolo o conjunto de símbolos. Tanto el *definiendum* como el *definiens* expresan el mismo referendo, siendo el segundo un análisis del primero. Es por esta razón que un análisis de una expresión simbólica puede constituir un avance en el conocimiento. La definición nos permite ver qué es lo que *significábamos* cuando usábamos la expresión que ahora se define. Algunas veces usamos palabras para referirnos a un referendo acerca del cual no tenemos una idea clara. Entonces podemos llegar a ver que otro conjunto de palabras o símbolos expresa mucho más claramente lo que es el referendo. Es así como la definición analítica de un símbolo entraña un análisis de lo que expresan *ambos* conjuntos de símbolos, aunque la definición analítica es *del* símbolo, no *del* concepto que el símbolo expresa. Este punto puede hacerse más claro contrastando el análisis lógico con el análisis químico. En el caso del análisis químico hay un todo no analizado, que es una cosa, y también el conjunto de constituyentes en que se descompone el todo al ser analizado. Pero en el análisis lógico no hay dos *cosas*, sino dos *expresiones* que significan lo mismo. Por ejemplo, en la definición " 'peligro' es 'exposición al daño' ", no hay una propiedad compleja expresada por 'peligro' *así como también* el conjunto de propiedades expresada por 'exposición al daño corporal'. Por el contrario, hay *un* conjunto de propiedades que *tanto* 'peligro' *como* 'exposición al daño' expresan. El análisis correcto de una expresión simbólica es esclarecedor puesto que *muestra* lo que significábamos cuando usábamos la expresión definida. Cuando, por ejemplo, Russell logró definir la expresión "el autor de *Waverley*" por medio de la expresión "un hombre y sólo un hombre escribió *Waverley*", nos hizo claro lo que nosotros siempre habíamos intentado expresar por medio de "el autor de *Waverley*". Una definición analítica correcta suele producir la respuesta: "Pero, claro, eso es lo que yo siempre quise decir." Tal definición señala un avance en el conocimiento al hacer nuestras ideas más claras, revelando así las implicaciones de las expresiones que usamos. Nos permite ver lo que se desprende del análisis.

Ahora podemos considerar la definición de "definición" de Russell. Dos puntos son importantes: (1) la definición debe ser expresada en términos de otras expresiones ya definidas; (2) *cuáles* son los términos que deben ser definidos previamente, depende en cierta medida de la elección de la persona que ofrece la definición. El primer punto recalca el hecho importante de que debe haber términos que o bien son *indefinibles* o se toman como *indefinidos*. El segundo punto recalca el hecho de que hay cierta elección en la selección de los términos indefinidos. En el caso de las expresiones de uso común, esta elección nunca es consciente; es un resultado del desarrollo del lenguaje bajo la presión de las necesidades prácticas. En el caso de los sistemas deductivos, la elección está determinada por consideraciones de poder, sencillez y elegancia lógicos, es decir, deductivos. Cuáles expresiones el matemático considere como indefinidas, dependerá en gran medida de su clima de opinión y del desarrollo del tema de estudio por parte de sus predecesores. La elección de los conceptos iniciales determinará la forma del sistema.[29]

La dependencia de una definición analítica respecto de símbolos previamente definidos queda ilustrada por la definición de "primos segundos" que dimos en el primer párrafo.[30] Esta definición presuponía que "primos hermanos" ya estaba definida. La definición de "primos hermanos" presuponía que "padre de" había sido definida. Si deseáramos definir "padre de", podríamos hacerlo en términos de "engendrar". La familiaridad del concepto *padre de* hace que tal definición parezca artificial. Los símbolos indefinidos son menos *familiares* que aquellos que ellos ayudan a definir. Pero estar familiarizados con un concepto y conocer su análisis son cosas muy diferentes; de igual modo, estar familiarizados con un símbolo y conocer su análisis son cosas muy diferentes. El propósito de una definición analítica no es el de *explicar* el significado de un símbolo que ya entendemos, sino el de dar un análisis de tal símbolo en términos de símbolos más primitivos.

Como otro ejemplo de la definición analítica, podemos considerar la definición de "número cardinal" de *Frege-Russell*, la cual, dice Russell, "señala un notable avance". Esta definición la da Russell en palabras en su *Introducción a la filosofía matemática*. Es conveniente considerarla en esta forma.

"*Un número es cualquier cosa que sea el número de alguna clase.*" Esto presupone la definición:

"*El número de una clase es la clase de todas aquellas clases que son similares a ella.*"

[29] Véase el capítulo x, § 5 del presente libro.

[30] En el capítulo IX dimos varios ejemplos de definición analítica, como "E!(ιχ) (Φχ)". Véase p. 165.

Esto presupone la definición:

"Una clase es similar a otra cuando hay una relación de uno-uno de la cual una clase es el dominio mientras que la otra es el dominio recíproco."

Esto presupone las definiciones de: "dominio de una relación", "dominio recíproco", "relación de uno-uno". No es necesario dar estas definiciones aquí.[31] Ya hemos dicho lo suficiente para mostrar que la definición analítica de un símbolo en términos de símbolos previamente definidos, y en última instancia en términos de unos poquísimos símbolos indefinidos iniciales, suministrará información importante si los símbolos indefinidos iniciales *expresan conceptos* que tienen importancia en el análisis de *otros* conceptos.

[31] Véase el capítulo x, § 2 del presente libro.

XXIII. ABSTRACCIÓN Y GENERALIZACIÓN

"Ahora está cabalmente demostrada la paradoja de que las mayores abstracciones son el arma verdadera con la que podemos controlar nuestro pensamiento acerca de los hechos concretos."
—A. N. Whitehead

§ 1. *Lo abstracto de la ciencia*

El pensamiento, como tal, implica la abstracción. Pensar acerca de una situación dada es considerarla como si estuviera desconectada, parcialmente cuando menos, de otras situaciones con las que en realidad está conectada. Más aún, dentro de la propia situación dada sólo se atenderá a algunas de sus características, a saber, aquellas que son aparentemente pertinentes al problema que ocasiona el pensamiento. Una comparación del proceso de ensoñación ociosa con el discurrir de la señora Nickleby, y de ambos con el pensamiento controlado respecto a un problema determinado, pone de manifiesto el elemento de abstracción que implica todo pensamiento. Cada uno de estos procesos implica la abstracción, pero conforme pasamos del primero al tercero podemos discernir un aumento progresivo en la abstracción que requiere la creciente selectividad del pensamiento. Pensar implica una selección, tanto analítica como sintética. Hay análisis en la medida en que un carácter es separado de aquello con lo que en realidad está asociado; hay síntesis en la medida en que hay una combinación de caracteres que en realidad están disociados. El pensador se encuentra, en cualquier momento dado, en una situación que es concreta en el sentido muy preciso de que ninguna *descripción comunicable* puede ser adecuada a ella en todos sus detalles. Todo lo que puede ser comunicado es abstracto. "Ser abstracto —dice el profesor Whitehead— es trascender las ocasiones concretas particulares de los acontecimientos reales."[1] La ocasión concreta particular es trascendida porque lo que es abstracto tiene pertinencia respecto de otras

[1] *Science and the modern world*, p. 221. Estoy consciente de que, en este capítulo, mi deuda con el profesor Whitehead es mayor que de costumbre. Pero es probable que no siempre lo haya entendido bien.

ocasiones distintas de la ocasión dada. Por ejemplo, un hombre sentado sobre una roca observa una gaviota a unos cuantos metros de distancia. El hombre está situado dentro de una ocasión concreta particular, para usar la frase del profesor Whitehead. Al estar sensorialmente consciente del color o de la forma de la gaviota, o de sus gritos agudos mientras espera que le echen más migajas, el hombre está viendo un matiz absolutamente específico de blanco y un matiz absolutamente específico de gris; está viendo una forma absolutamente específica y oyendo un sonido absolutamente específico. No hay nombres para tales propiedades absolutamente específicas. Asimismo, el lector de este libro puede estar sensorialmente consciente del color rojo de su encuadernación; de lo que está consciente es de un matiz absolutamente específico de rojo. Pero él no vacilará en usar, correctamente, el nombre "rojo" para describir el color de otras superficies que, obviamente, no son del mismo idéntico color. Así, pues, *rojo* no es una característica absolutamente específica; tampoco lo es *blanco,* ni ningún otro color para el cual tengamos un nombre. [2] Pero la misma persona puede estar sensorialmente consciente del mismo matiz absolutamente específico de color en dos situaciones diferentes. Así, el hombre que observa la gaviota puede notar una segunda gaviota, y es posible que esté sensorialmente consciente del *mismo* matiz específico de blancura en el cuello de cada una de ellas, aunque no pueda nombrar este matiz. La ocasión particular, pues, es impertinente a lo que se significa por medio del "matiz absolutamente específico de blanco", puesto que éste puede estar dentro de más de una ocasión particular. Es en este sentido que *el matiz absolutamente específico de blanco* es abstracto. De manera similar, el matiz absolutamente específico de gris, el sonido absolutamente específico de los gritos de la gaviota, la forma absolutamente específica del ave particular desde la posición en que el hombre la está viendo, son abstractos. El hombre no necesita estar consciente de que son abstractos, pero, puesto que puede estar consciente de que las mismas características absolutamente específicas de color, o de forma, o de sonido están presentes en diferentes ocasiones, se desprende de ello que estas características absolutamente específicas son abstractas. De manera similar, características menos específicas —como, por ejemplo, *coloreado* en comparación con *rojo*— son abstractas. Una característica, pues, debe contrastarse con cualesquiera ocasiones particulares dadas a las cuales pudiera ser pertinente, aunque estas ocasiones particulares no sean pertinentes al hecho de que ella sea lo que es. El punto que nos interesa subrayar es que las características (que incluyen cualidades y relaciones) son abstractas en el sentido muy preciso de que son lo que son independientemente de las ocasiones

[2] *Cf.* E. M. Whetnall, "Symbol-Situations" en: *Proc. Arist. Soc.,* N. S., XXIX, pp. 214-216, y G. E. Moore, *Proc. Arist. Soc., Supplementary Volume* III, p. 102.

particulares en que puedan estar presentes. Es esta impertinencia de la ocasión particular respecto de la característica lo que hace posible que cualquier característica simple sea predicada acerca de más de una cosa.

Estas consideraciones ponen de manifiesto claramente la distinción fundamental entre la relación de *rojo* y *coloreado* y la relación de *rojo* con *este dato sensorial azul*. El matiz absolutamente específico de rojo, que vemos si miramos la encuadernación de este libro, es determinado pero no es particular. El dato sensorial es un particular; no puede repetirse, aunque el mismo matiz absolutamente específico de rojo sí puede repetirse. Así, pues, ser particular y ser determinado son cosas bien diferentes. Esta diferencia ha sido oscurecida algunas veces por el hábito corriente de hablar de un matiz específico de rojo como de *un caso* de un matiz menos específico, y también del dato sensorial como de *un caso* del más específico matiz de rojo que caracteriza al dato sensorial. Este uso doble de "caso de" es desafortunado. La confusión se ve más estimulada por la falta de reconocimiento de que la relación de los miembros de una clase con los miembros de una sub-clase es muy diferente de la relación de una característica menos específica con una más específica. Por esta razón, las expresiones de Johnson "determinable" y "determinado" son convenientes. Si adoptamos esta fraseología, diremos que las características son más, o menos, determinadas, en tanto que las clases serán más amplias o más estrechas. Un conjunto de objetos debe ser considerado como una clase cuando cada uno de ellos posea cierta característica o conjunto de características más o menos determinadas. El número de objetos contenidos en el conjunto no depende, en modo alguno, de la naturaleza de la característica determinada que constituya este conjunto en una clase. [3]

De lo que hemos venido diciendo se desprende que la agrupación en clase y la clasificación implican la abstracción. *Cuervo, ave, mesa, arbusto,* etcétera, son lo que son independientemente de cualquier particular que sea un cuervo, o una mesa, etcétera. Es por esta razón que es imposible *deducir,* a partir de las características definidoras de "cuervo", el número de cuervos que han sido, son y serán. Así, pues, al agrupar en una clase un objeto presentado como un *cuervo* quedan implicados la desconexión de la ocasión particular y la aprehensión de la pertinencia respecto de otras ocasiones. En la clasificación de *cuervo* están comprendidas las relaciones con otras clases. Las relaciones ordenadas de las clases que constituyen la clasificación implican proposiciones tales como *Los cuervos son aves.* Ésta es una proposición general. Hemos visto ya que una tal proposición expresa una relación entre caracteres. De aquí que la generalidad implique una abstracción. En consecuencia, la ciencia toma nota de las ocasiones particulares sólo a fin de verificar proposiciones generales. En la medida

[3] Véase W. E. J., parte I, capítulo XI.

en que la historia tenga que ver con ocasiones particulares dadas, no es ciencia. La historia implica abstracción, pues todo lo que puede ser comunicado es abstracto. Pero podría decirse, en cierto sentido, que el historiador cuyo interés radica en lo que *ha sucedido* rehuye esta abstracción inevitable por medio de una descripción que acumula detalles de modo que sea pertinente a una sola ocasión. Así, pues, la historia es la forma de conocimiento menos abstracta. Una ciencia en la etapa clasificadora entraña, como hemos visto, abstracciones que son expresables en proposiciones generales. Los constituyentes de tales proposiciones pueden considerarse constituyentes *materiales* en virtud de que los caracteres relacionados son dados en la experiencia sensorial. Cuando hay abstracción completa a partir de todos los constituyentes materiales, la proposición es completamente formal. Es formal porque su significación es enteramente independiente de cualquier referencia a lo que es dado en la experiencia.

A medida que la abstracción se hace más completa, alcanzando así una mayor desconexión de cualquier conjunto de ocasiones particulares, el método de la ciencia pasa de la clasificación a la investigación causal, y de la investigación causal a la medición. En las matemáticas se logra la abstracción más completa, que implica la desconexión completa de *cualesquiera* ocasiones particulares. Se desprende de ello que en ninguna proposición matemática hay implicada referencia alguna al mundo real. Las consecuencias de esta desconexión completa de lo que es real en la determinación de la naturaleza de las matemáticas, la examinaremos en el último párrafo de este capítulo. Aquí basta señalar que la distinción fundamental entre las matemáticas, por una parte, y todas las demás ciencias, por la otra, se debe al hecho de que sólo en las matemáticas es completa la abstracción. Las ciencias en que la clasificación desempeña un papel importante se encuentran en el otro extremo: ellas han logrado las abstracciones menos completas. El que esto sea así es un resultado de la naturaleza del tema de estudio de las ciencias sociales y biológicas. Una ciencia referente a los procesos históricos, al desarrollo y la decadencia, a los organismos vivientes, no puede estar completamente desconectada de las ocasiones particulares en que estos procesos son ejemplificados. Se desprende de ello que en estas ciencias debe haber departamentos a los que son inapropiadas las concepciones específicamente matemáticas.

§ 2. *El método de la abstracción extensiva*

En el capítulo XVIII vimos que el científico, al intentar hacer inteligibles los cambios comprendidos en el suceso total *carne cruda que se quema hasta carbonizarse,* se veía obligado a dividir dicho acontecimiento en fragmentos cada vez más pequeños y en duraciones de tiempo más y más pequeñas, y a conectar estos cambios cualitativos con variaciones en la organización espacio-temporal. Señalamos que este procedimiento concuerda con lo que el profesor Whitehead ha

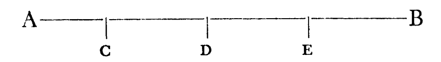
llamado el principio de convergencia en la simplicidad con disminución de extensión. Ahora tenemos que considerar más detalladamente qué es este principio y cómo puede ser aplicado a fin de exhibir la conexión entre las abstracciones con las que termina la ciencia y los hechos sensoriales con los que comienza. Este problema tiene gran importancia en el examen del método científico. La dificultad consiste en ver cómo las concepciones exactas producidas por las abstracciones matemáticas pueden aplicarse a los objetos perceptibles del mundo sensorial. El que su conexión requiera ser exhibida en detalle se desprende del hecho de que aquello de lo cual somos sensorialmente conscientes siempre tiene *algún* volumen, no importa cuán pequeño sea, y alguna *duración*, no importa cuán breve sea, mientras que la aplicación de las matemáticas para explicar las conexiones de los acontecimientos sensoriales implica el uso de *puntos*, que no tienen tamaño, y de *momentos*, que no tienen duraciones. Además, la construcción con la que el científico termina (que algunas veces llamamos el mundo del físico) tiene una nitidez y un orden muy distintos del mundo desordenado y multiforme del sentido común. Con todo, puesto que la ciencia se desarrolla partiendo del mundo del sentido común y vuelve a él, debe haber una conexión precisa entre el "mundo nítido, ajustado y ordenado que es la meta de la ciencia" [4] y el mundo fragmentario y desordenado del sentido común. El profesor Whitehead ha mostrado detalladamente que el principio de convergencia en la simplicidad nos proporciona un método para efectuar esta conexión. Lo llama el método de la abstracción extensiva. Una exposición detallada de este método necesitaría un adentramiento en la lógica matemática mayor que el que es posible en un libro elemental. Pero podemos indicar aproximadamente la naturaleza del método y sugerir su importancia para la ciencia.

Debemos tener en mente, de manera firme, cuál es precisamente la naturaleza del problema para cuya solución se requiere el método de la abstracción extensiva. El problema consiste en exhibir conceptos matemáticos —por ejemplo, puntos, instantes, partículas, configuraciones momentáneas, etcétera— como funciones lógicas de lo que se da en sentido. Hemos visto que en la disminución progresiva de extensión que ha de producir relaciones de la simplicidad lógica requerida por el científico, llegamos finalmente a puntos y momentos. Limitémonos, por ahora, al problema de los puntos. El hombre ordinario, aparte su habilidad para citar la definición de un punto de Euclides sin entenderla, probablemente considera que un punto es el límite de una línea o de un área. Él está familiarizado con la noción de distancia tal como se usa cotidianamente. Está consciente, por ejemplo, de que la mesa y la puerta se encuentran a distancias sensoriales de la chimenea. Pero si se le preguntara cuál es precisamente la distancia de la mesa a la chimenea, podría reconocer que la respuesta depende de que se mida desde *cualquier* parte de la mesa o desde el

[4] Véase WHITEHEAD, *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XVII, p. 61.

punto central de ésta; lo mismo con la chimenea. Si él fuera a *medir* la distancia, tomaría la distancia entre dos *puntos* dados. Este punto sería una pequeña área en contacto con una regla de medir. Esta medición sería, claramente, sólo aproximada. Así, pues, la noción de las distancias sensoriales es vaga, pero mientras más pequeños sean los objetos considerados, menos inexacta será la noción de la distancia entre ellos. Pero no importa cuán pequeños puedan ser los objetos, siempre tendrán algún tamaño. El hombre ordinario, que sabe que los puntos no tienen magnitud, se da por satisfecho con la concepción de que un punto es un límite, a saber, el límite de una línea que se dice termina en el punto. Pero nunca estamos sensorialmente conscientes del punto. Si dividimos una línea en líneas más y más pequeñas, cada línea tendrá una longitud, no importa cuán pequeña sea; será *parte* de la línea. Una línea puede fragmentarse en un número finito de líneas más pequeñas. Pero, como estaría dispuesto a admitirlo el hombre ordinario, hay un número infinito de puntos en una línea. Un punto no puede concebirse como una línea infinitesimal; es algo de una clase diferente, y no es una *parte* de la línea en el mismo sentido en que las líneas más pequeñas en que se divide la línea son *partes* de ésta.

Ahora debemos considerar la relación del *todo-con-la-parte.* Ésta es una relación temporal o espacial. Se aprehende directamente. Así podemos ver que el espacio entre el primero y el último renglón en esta página es una parte de la página entera. El tiempo que se invierte en la lectura de un párrafo es una parte del tiempo que se invierte en la lectura de ese párrafo y del siguiente, siempre y cuando que los dos párrafos se lean en forma continua. O, asimismo, un día en la vida de una persona es una parte de todo el tiempo que la persona vive. Así, pues, no hay dificultad para aprehender lo que significa la relación del *todo-con-la-parte.* Ahora tenemos que considerar las propiedades lógicas de esta relación. Consideremos una línea AB dividida en partes en C, D y E.



Las partes AC, CD, DE, EB juntas constituyen el todo de AB. También AC es una parte de AD, AD es una parte de AE, AE es una parte de AB. Es claro que esta relación del todo-con-la-parte es transitiva y asimétrica. Podemos observar que si A es una parte de X implica que X no es una parte de A (o sea, que la relación es asimétrica), entonces se dice que A es una "parte propia" de X. En este sentido de "parte", A no puede ser una parte de sí misma.

Ahora vimos que un punto —en AB, por ejemplo— no es una parte de AB en el sentido en que AC es una parte. Pero es posible

definir un punto en términos de la relación del *todo-con-la-parte* considerando que ésta rige entre volúmenes. Para este fin, tomemos un conjunto de volúmenes, uno de los cuales está encerrado por todos los demás miembros del conjunto. El profesor Whitehead usa la ilustración de un nido de cajas chinas. Supongamos, por ejemplo, que estas cajas son esféricas. Entonces tenemos un conjunto de esferas concéntricas. Al abrir el conjunto de cajas encontramos que cada caja es más pequeña que la anterior y más grande que la siguiente. Pronto llegamos a la caja *más pequeña*, y esta caja es un volumen. No importa cuán pequeña pueda ser la caja más pequeña, siempre es un volumen, a saber, una esfera. Ello no obstante, la consideración de estas esferas concéntricas nos ayudará a alcanzar una concepción más clara de un punto. Diremos que una esfera más grande *encierra* una esfera más pequeña. Esta relación de *encerramiento* es una relación del *todo-con-la-parte*. Es (i) transitiva, (ii) asimétrica. Ahora supongamos que el conjunto de esferas contiene, a medida que progresamos más y más hacia su fin más pequeño, una esfera tan pequeña como deseemos. Entonces tenemos una tercera propiedad de la relación de *encerramiento*, a saber, (iii) su dominio incluye su dominio converso. Si simbolizamos *encierra* por E, y las esferas por *a*, *b*, *c*, respectivamente, entonces estas tres propiedades pueden expresarse formalmente de la siguiente manera: (i) *a*E*b* y *b*E*c* siempre implican *a*E*c*; (ii) *a*E*b* siempre implica *no*(*b*E*a*); (iii) *a*E*b* siempre implica que hay una *c* tal que *b*E*c*.

En nuestra ilustración, el conjunto de volúmenes eran esferas; igualmente podrían haber sido cubos; o esferas y cubos alternados, de modo que una esfera encierra un cubo que encierra una esfera que encierra un cubo, y así sucesivamente. Las relaciones lógicas serían exactamente las mismas en estos dos casos como en el primero. Por lo tanto, encontraremos que es conveniente no especificar los volúmenes como esferas, y, en consonancia con esto, hablaremos de cualquier conjunto tal de volúmenes como de un conjunto de *volúmenes de encerramiento*. Ahora bien, un conjunto de volúmenes de encerramiento relacionados por una relación de *encerramiento* que tenga las tres propiedades antes mencionadas, es de tal índole que (1) de cualesquiera dos de sus miembros, uno encierra al otro, y (2) ningún miembro es encerrado por todos los demás, y (3) no hay ningún miembro no miembro del conjunto que esté encerrado por cada miembro del conjunto. A medida que progresamos descendiendo por estos volúmenes de encerramiento, nos aproximamos a un volumen tan pequeño como deseemos. Es decir, convergemos en una simplicidad ideal en cualquier grado de aproximación que deseemos. El profesor Whitehead da a semejante conjunto de volúmenes de encerramiento el nombre de "conjunto convergente". En ningún caso llegamos a un volumen tal que ningún volumen pueda ser menor. En otras palabras, no llegamos a un *mínimo absoluto*. Pero esto es lo que necesitamos si es que un punto no ha de tener partes ni magnitud. No puede haber dudas de que la definición de Euclides expresó la idea

general de un punto, aunque él no dijo cómo es posible semejante idea. Ahora bien, si consideramos las tres propiedades del conjunto de volúmenes de encerramiento, vemos que este conjunto es una ruta de aproximación a un punto; él *converge en un punto* en virtud de estas tres propiedades. Las relaciones de estos volúmenes de encerramiento tienen todas las propiedades lógicas que se requieren de los puntos para su uso en las matemáticas. Por lo tanto, llegamos a una definición provisional de un punto como una serie de volúmenes de los cuales se puede decir comúnmente que convergen en un punto. Esta definición ciertamente parece extraña a primera vista y requiere un mayor examen. Pero primero es necesario mostrar que esta definición no es del todo correcta y debe ser enmendada.

Hemos visto que nuestro conjunto de volúmenes de encerramiento podría estar formado por esferas o por esferas y cubos alternados. Cualquier conjunto de ese tipo será un conjunto convergente que proporciona una ruta de aproximación. Pero no podemos definir un punto en términos de una ruta más bien que de otra. Considérese, por ejemplo, un conjunto de cubos y esferas concéntricos alternados. Llamemos al conjunto que consiste únicamente en cubos, el conjunto C, y al conjunto que consiste únicamente en esferas, el conjunto S. Entonces cada miembro de C encerrará algunos miembros de S, y cada miembro de S encerrará algunos miembros de C. De tales conjuntos se dice que se *cubren* el uno al otro y que son *iguales*. Es claro que estos conjuntos convergen en el mismo punto. No podemos, por lo tanto, definir un punto en términos de uno de los conjuntos más bien que del otro. Así, pues, debemos formular la definición de modo que sea neutral entre ellos. Esto se hace de la siguiente manera. Representemos cualquier conjunto convergente de volúmenes de encerramiento por σ; entonces, el punto hacia el cual σ es una ruta de aproximación puede ser definido como la clase de todos los volúmenes de encerramiento pertenecientes ya sea a σ o a cualquier conjunto convergente igual a σ. Así, finalmente, enmendamos la definición provisional ofrecida anteriormente y llegamos a la definición requerida, a saber, un punto es *la clase de todos los volúmenes de encerramiento que convergen en un punto*. El punto así definido tiene las propiedades requeridas por los matemáticos. Es importante comprender que, aunque el conjunto convergente no converge en nada, las expresiones cuantitativas de los volúmenes de encerramiento sí convergen en un límite.[5] De tal suerte, el conjunto indica la simplicidad ideal que se requiere de un punto, aunque esta simplicidad no se encuentre en ningún miembro del conjunto convergente. El hecho de que la relación de encerramiento determina este carácter intrínseco simple, revela la significación y el significado preciso del principio de convergencia en la simplicidad por medio de la disminución de la extensión.

Al estudiante puede ocurrírsele plantear dos dificultades en cone-

[5] Véase WHITEHEAD, *Concept of nature*, pp. 80-81.

xión con esta definición. Se ha objetado que la definición es circular. La mayoría de los estudiantes que se encuentran con esta definición por primera vez tienden a concurrir en esta objeción. La segunda dificultad es que los puntos no *parecen* ser en modo alguno una clase de volúmenes, no importa cómo se definan las relaciones entre estos volúmenes. Consideraremos estas dificultades en orden.

La definición *parece* ser circular porque la palabra "punto" aparece en la expresión definidora. Pero debemos observar que la expresión "convergen en un punto" debe tomarse como un todo. Ahora bien, *converger en un punto* fue definida en términos de conjuntos convergentes, y esta definición no hizo ningún uso de *punto*; fue definida enteramente en términos de la relación de volúmenes de encerramiento. Siendo esto así, es del todo correcto definir "punto" en términos de "converger en un punto". No hay circularidad. Esto puede mostrarse más claramente si consideramos que hay conjuntos de volúmenes de encerramiento que no convergen en un punto. Considérese, por ejemplo, una caja rectangular. Supongamos que su altura sea *h*, su ancho *b* y su profundidad *d*. Si mantenemos *h* y *b* constantes y hacemos que el plano central perpendicular a *d* sea fijo, y entonces disminuimos *d* continua e indefinidamente, tenemos entonces un conjunto de cajas convergentes en un plano central. Tal conjunto no será suficiente para definir un punto. Ahora bien, es claro que sensorialmente percibimos los volúmenes que tienen tales relaciones como el conjunto convergente que define un punto, y los volúmenes que tienen tales relaciones como el conjunto convergente que define un plano. También percibimos sensorialmente la diferencia entre estos dos tipos de convergencia, que podríamos expresar naturalmente diciendo que el primer conjunto converge en un punto, mientras que el segundo no. Pero *no* percibimos sensorialmente los puntos. Si así fuera, no habría necesidad de definir un punto por medio del método de la abstracción extensiva. Por lo tanto, lo que *significa* "converger en un punto" no puede implicar la noción de un *punto*. Así, pues, la definición no es circular.

La segunda dificultad antes mencionada es más importante y plantea el problema de la significación de la abstracción extensiva. Lo que nos proponíamos al definir un punto era definir un punto *tal como se usa en la geometría*, pues un punto es una concepción geométrica. Ahora bien, los puntos se usan en la geometría para definir una relación única entre cualquier par de puntos, a saber, la línea recta que une los puntos. Esta relación tiene ciertas propiedades formales muy simples. Ahora bien, si la definición produce esta relación, entonces el punto ha sido definido de tal modo que tiene las propiedades requeridas. Éste es el caso. No importa que un punto demuestre ser una estructura complicada, siempre y cuando que sus relaciones lógicas sean simples y tengan las propiedades formales necesarias. Es claro que lo que un punto *parecía* ser era muy vago. La afirmación más clara que podíamos hacer acerca del punto sin la ayuda del método de la abstracción extensiva, consistía en que éste era un

límite de líneas, áreas o volúmenes. La definición derivada del método de la abstracción extensiva muestra que esta afirmación era sólo una aproximación. En otras palabras, ahora vemos qué significaba *exactamente* cuando se decía que un punto es un *límite ideal*. La definición aclara también en qué sentido precisamente puede decirse que un volumen o un área consisten en un conjunto de puntos. Ella explica cómo es que un punto no es una *parte* de un área o de un volumen y, sin embargo, está contenido en un área o en un volumen. La complejidad de su estructura interna es impertinente. Todo lo que importa en la deducción son las propiedades formales, o lógicas, de los términos que entran en la deducción; la *naturaleza* del término mismo no tiene pertinencia.

Los *momentos* no pueden definirse por medio del mismo método. En lugar de volúmenes, tenemos duraciones. Se dirá que una duración se *extiende sobre* otra duración si la segunda es una parte propia de la primera. Esta relación de *extensión* tiene las mismas propiedades formales que el *encerramiento*. Usaremos la expresión "duraciones extensivas" análogamente a "volúmenes de encerramiento". Requerimos un conjunto de duraciones extensivas tal que (1) de cualesquiera dos miembros del conjunto, uno se extienda sobre el otro, y (2) no haya duración sobre la cual se extienda todo miembro del conjunto. Hay ciertas dificultades técnicas que conciernen a las diferentes rutas de aproximación al mismo momento. No podemos examinarlas aquí. Debemos contentarnos con afirmar que estas dificultades han sido superadas, de modo que "converger en el mismo momento" puede definirse análogamente a "converger en el mismo punto". Entonces obtenemos la definición requerida, a saber, *Un momento es la clase de todos los conjuntos convergentes que convergen en el mismo momento.*[6]

No debe suponerse que el método de la abstracción extensiva está limitado a lo que tiene la relación de *la parte-con-el-todo*. Por el contrario, se la utiliza frecuentemente en la teoría del número. Así, un número irracional, por ejemplo, $\sqrt{2}$, puede definirse en esta forma. De tal suerte, $\sqrt{2}$ *es la serie de todos los números racionales cuyos cuadrados son menos de* 2.[7] No es necesario, para nuestro propósito, examinar esta definición. Los ejemplos que hemos dado bastan para indicar la naturaleza del método, en la medida en que eso es posible sin los detalles técnicos que serían inapropiados en un libro de esta clase.

El problema que tenemos que considerar ahora es el valor de este método. Su valor consiste en mostrar cómo es posible proceder del mundo del sentido común al mundo del físico y volver al primero.

[6] Para un examen detallado, véase WHITEHEAD, *Concept of nature*, capítulo III; y *cf.* N. WIENER, "A contribution to the theory of relative position" (*Proc. Camb. Phil. Soc.*, XVII, 5).

[7] Para un examen de esta definición, véase C. D. BROAD, *Scientific thought*, pp. 39-44.

Así, el profesor Whitehead, refiriéndose a la definición extensiva de un momento, dice: "La dificultad consiste en expresar nuestro significado en términos de la expresión inmediata de la conciencia sensorial, y yo ofrezco la susodicha explicación como una solución completa del problema." [8]

Es sumamente importante recordar que la física es una ciencia empírica que ha tenido un extraordinario buen éxito en la elaboración de descripciones constructivas que guían la experimentación y permiten predecir lo que será observable bajo ciertas condiciones. Este buen éxito de la física al tratar el mundo sensorial es inexplicable *a menos que* tales expresiones como "punto", "línea", "momento", "espacio instantáneo", "configuraciones momentáneas" *puedan* ser expresadas en términos de lo que es sensorial. Para este fin es necesario ***exhibir en detalle*** cómo el mundo exacto y ordenado del físico está conectado tos al mundo que se nos da en la experiencia sensorial. No hay ninesto es demostrar la aplicabilidad de los sistemas deductivos abstractos al mundo que se nos da en la expereincia sensorial. No hay ninguna necesidad que se pueda encontrar dentro del propio sistema abstracto que garantice su aplicabilidad. El valor del método de la abstracción extensiva puede medirse por el hecho de que tal método muestra *cómo* pueden aplicarse los sistemas deductivos abstractos al mundo presentado en los sentidos. De aquí su importancia para el estudiante del método científico.

§ 3. *La abstracción y la navaja de Occam*

En este párrafo trataremos una cuestión que es estrictamente filosófica más bien que lógica. Ello no obstante, el estudiante de lógica puede considerarla provechosamente, puesto que ella indica la importancia del *método lógico* para la solución de los problemas filosóficos. Además, esta cuestión plantea un problema que probablemente se le haya ocurrido al estudiante mientras leía el párrafo anterior. La cuestión es: ¿Existen los *puntos, momentos, números irracionales,* etcétera? Será suficiente, para nuestro propósito, considerar el caso de los puntos, puesto que lo que se dice acerca de ellos será aplicable, *mutatis mutandis,* a otras entidades definidas por medio de la abstracción extensiva.

La manera más sencilla de responder a esta pregunta consistirá en determinar qué *clase* de entidad se supone que es un punto si no es necesario que sea definida por medio de la abstracción extensiva. Considérese, por ejemplo, la posición que adopta en relación con la naturaleza de los puntos un filósofo que acepta una teoría del espacio absoluto. Él considerará un punto como un particular, o individuo, de la *misma clase* que un volumen finito, por ejemplo, una caja china, diferente de ella sólo porque es imperceptible. Pero esta diferencia

[8] *Op. cit.,* p. 62.

es muy difícil de entender. El punto, según esta concepción, será imperceptible no sólo porque es muy pequeño, sino también porque es inextenso y totalmente disímil de cualquier cosa que *podamos* percibir. Por lo tanto, *lo que* es, así como su existencia, sigue siendo hipotético. En consecuencia, muchos filósofos se han negado a admitir que los puntos existan. La dificultad de negar la existencia de los puntos consiste en que tal posición hace inconcebible el buen *éxito* de la física que usa puntos en la formación de descripciones constructivas de lo que es perceptible. Ahora tenemos que preguntarnos si la definición de los puntos obtenida por medio del método de la abstracción extensiva, que —como ya hemos visto— resuelve esta dificultad, justifica la afirmación de que los puntos existen. Antes de intentar responder a esta pregunta debemos considerar una manera alternativa de tratar el problema, favorecida por Russell.

Se concede que los puntos pueden ser *definidos* por medio de la abstracción extensiva. Supongamos, ahora, que los puntos *existen*. Ellos tendrán las propiedades establecidas en la definición, puesto que la definición fue construida para asegurar esas propiedades. Supongamos, asimismo, que los puntos no existen. Entonces la definición nos proporciona el *mismo conjunto de propiedades lógicas*. Según cualquiera de las dos hipótesis, entonces, la definición produce todo aquello por lo cual las matemáticas requieren los puntos. Por lo tanto, ningún razonamiento en el que entre un punto sería invalidado si no hubiese puntos. Lo *más seguro*, pues, sería ni afirmar ni negar que los puntos existen, y no ganaremos ninguna ventaja *suponiendo* su existencia. Parece razonable, se propugna, abstenerse de hacer ninguna afirmación.

Este procedimiento cauteloso está de acuerdo con una máxima consagrada por el tiempo, atribuida por lo común, pero erróneamente, a Guillermo de Occam, a quien debe su nombre: la "navaja de Occam". La máxima es: *Las entidades no deben ser multiplicadas sin necesidad*. Tal cual está formulado, este consejo no es de mucha utilidad. Todo depende de cómo se interprete "sin necesidad". En algunos casos no es fácil, ni mucho menos, determinar si una *entidad* es o no es *necesaria*. En el caso particular que está bajo consideración, se admite que los puntos, en cierto sentido, son necesarios. La renuencia a admitir su existencia se deriva de un deseo de no admitir nada excepto lo que es observable. Es de suponerse que, por esta razón, Russell sea afecto a llamar a las entidades tales como los puntos "ficciones convenientes". Pero, ¿qué es una *ficción?* Es algo inventado o hecho por alguien y que no corresponde a nada. Pero en ese caso, como sugiere el profesor Whitehead, es difícil ver cómo pueden tener las ficciones utilidad alguna en la ciencia.

Ahora podemos retornar a la consideración de la respuesta que el método de la abstracción extensiva nos permite dar a esta cuestión. En la exposición de este método en el párrafo anterior, consideramos el ejemplo de un *punto* en el espacio intemporal de la física, puesto que este ejemplo es el más fácil de tratar en una forma elemental.

La propia exposición del profesor Whitehead comienza con una *partícula*, que es tetradimensional y menos abstracta que un punto de espacio o un instante de tiempo. Pero el método es exactamente el mismo en todos estos casos, y, con ciertos refinamientos de detalle técnico, que no tenemos por qué entrar a examinar, se puede dar la misma respuesta en cada caso. La respuesta a nuestra cuestión es que los puntos sí existen, pero que no son simples particulares, como han supuesto los creyentes en el espacio absoluto, sino estructuras complejas. El conjunto de volúmenes convergentes que sirven para *definir* un punto, ciertamente existen en la naturaleza y guardan las relaciones requeridas. Se desprende de ello que, puesto que los puntos son *clases* de tales volúmenes, ellos existen en el sentido de que estas clases tienen miembros que son acontecimientos particulares realmente existentes en la naturaleza. Es claro que los puntos no son entidades del mismo *tipo* que los volúmenes, puesto que estos son acontecimientos particulares; sin embargo, los puntos no son *ficciones* en ningún sentido. Puede decirse que son *estructuras convenientes*, con la estipulación de que tales estructuras se encuentran en la naturaleza. El profesor Whitehead no inventó ni creó los puntos; mostró cómo pueden ser *construidos*, y al hacerlo descubrió qué es exactamente un punto. Otros matemáticos se habían acercado a este descubrimiento, pero no lo habían logrado cabalmente. Fracasaron en su empresa del mismo modo que Américo Vespucio fracasó en su empresa de descubrir a América. En esta ilustración, el profesor Whitehead desempeña el papel de Colón. El *punto* que él descubrió reveló no ser el particular simple que se había supuesto, sino una estructura compleja.

Russell ha utilizado extensamente la navaja de Occam para amputar no sólo los puntos que se consideran como particulares simples —cuya existencia ciertamente no es *necesario* suponer—, sino también las clases, las mesas y las sillas de la vida cotidiana, el yo y la mayoría de las cosas cuya existencia el hombre ordinario supone sin vacilar. Aquí sólo podemos considerar su tratamiento de las clases. En el capítulo IX vimos que Russell define una clase como la extensión de una función proposicional. Una clase, pues, ha de considerarse como el conjunto de individuos que satisfacen la función proposicional que define a la clase. Russell llega a la doble conclusión de que una clase es un expediente simbólico conveniente y también una ficción conveniente. Suponer que hay una clase por encima y más arriba del conjunto de individuos es incurrir en el mismo absurdo del filósofo chino. Debe observarse, sin embargo, que los individuos del conjunto se distinguen como "miembros de *esta* clase" por medio de la propiedad definidora dada en la función proposicional. Así, Φx *define* la clase de miembros que satisface la función $\Phi\hat{x}$. Si la clase es la clase de las *cosas rojas*, entonces Φx significa "x es roja", y el conjunto de individuos que satisface "x es roja" es la clase en cuestión. Ahora bien, *este conjunto* no es una ficción ni es *rojo*. Por lo tanto, no parece haber buenas razones para suponer que la clase sea una *ficción*.

Lo que estamos llamando "la clase" no es, sin embargo, *otro* individuo u objeto del mismo tipo que sus miembros, ni tampoco una *propiedad;* es el conjunto de cosas que tienen la propiedad. No hay, pues, ningún objeto individual al que sea aplicable el nombre de clase; así, pues, el nombre de clase no *nombra* a ningún constituyente de la proposición en cuya expresión verbal aparezca el nombre de clase. De tal suerte, la clase es una construcción lógica. Pero una construcción lógica no es una ficción.

Aunque puede haber cierto peligro de un uso demasiado precipitado de la navaja de Occam, ésta sugiere no obstante un principio metodológico útil que Russell ha llamado algunas veces el principio de "construcciones *versus* inferencias". Este principio puede enunciarse brevemente. Cuando, para describir un conjunto de hechos, tenemos que suponer una entidad imperceptible, no debemos *inferir* que la entidad en cuestión existe, sino que debemos buscar algo que tenga las propiedades requeridas. Esto es lo que se ha hecho al definir los puntos por medio de la abstracción extensiva. En este caso encontramos que no era necesario suponer particulares simples *que fueran puntos,* puesto que podíamos reemplazarlos por una estructura compleja que tuviera las propiedades requeridas. Como vimos, esto no significaba separar los puntos, sino mostrar con más claridad qué *son* exactamente los puntos. El principio de "construcciones *versus* inferencias" puede considerarse como una encarnación del consejo: Llevad vuestro análisis tan lejos como sea posible, hasta mostrar que todo concepto es una función lógica de lo que se percibe sensorialmente.

§ 4. *Lógica y matemáticas*

Siempre se ha reconocido que el razonamiento matemático es lógico, y que en consecuencia hay una conexión peculiarmente íntima entre la lógica y las matemáticas. Pero, aunque todo el mundo concede que la lógica es *necesaria* para las matemáticas, sólo en tiempos muy recientes se ha visto que es *suficiente.* Las matemáticas han sido definidas tradicionalmente como "la ciencia de la magnitud discreta y continua", o como "la ciencia de la cantidad". Aun Leibniz, que vio en la teoría del silogismo "una especie de matemática universal", siguió la tradición al circunscribir lo que debía llamarse propiamente "matemáticas" a la ciencia de la cantidad. Tampoco es sorprendente que esta definición de las matemáticas haya parecido satisfactoria durante tanto tiempo. La aritmética y el álgebra consideradas como ciencias relativas al *número,* la geometría considerada como una ciencia relativa a los *puntos, líneas, planos* y *volúmenes,* parecerían quedar exactamente descritas al decirse que son relativas a la cantidad discreta y continua. Es cierto que los *puntos* no son cantidades, pero, puesto que las relaciones entre los puntos pueden expresarse por medio de cantidades geométricas, el caso de los puntos no pareció hacer

inadecuada la definición; sólo causó dificultades en relación con la naturaleza de los puntos. Sin embargo, cuando la geometría proyectante, la teoría de los grupos abstractos y el álgebra de la lógica —para mencionar sólo unas pocas ramas de las matemáticas— fueron desarrolladas, se hizo obvio que no hay relación esencial alguna entre las matemáticas y la cantidad.

El estudio de las matemáticas, como en el caso de las otras ciencias, tuvo su origen en el intento de ordenar la experiencia sensorial. En el capítulo VIII vimos cuán difícil debe de haber sido el avance en la abstracción del pensamiento cuando se comprendió por primera vez que un conjunto de días, un conjunto de peces o un conjunto de manzanas podían tener todos ellos *el mismo número*. Este grado de abstracción nos es tan familiar ahora que lo damos por descontado y creemos que sabemos lo que es el *número*. Es posible que confundamos la familiaridad con la comprensión. Puesto que los números con los que estamos familiarizados son los números finitos o inductivos, a los cuales es aplicable el proceso de contar, la noción del número del sentido común se basa, en considerable medida, en intuiciones derivadas del proceso de contar, mientras que la operación misma de contar permanece sin analizar. En consecuencia, nuestra concepción del número es indebidamente restringida y oscura. Hemos visto que el proceso de contar consiste en establecer una correlación de uno-uno, tomándose en cierto orden los objetos contados. El proceso de contar, por lo tanto, presupone la noción de la similitud y es menos lógicamente simple, puesto que el proceso de contar requiere un orden pero la similitud no. De aquí que la definición del número por medio de la similitud conduzca a una mayor generalidad. De esta manera, la aritmética queda liberada de su dependencia respecto de la intuición. A pesar de las ideas oscuras acerca de la relación entre el número y el proceso de contar, la mayor parte de las personas cultas probablemente admitirían que las propiedades del número que producen las reglas de la aritmética son independientes de lo que realmente existe. Esto equivale a admitir que las proposiciones de la aritmética son *a priori*, es decir, susceptibles de ser conocidas independientemente de cualquier tema de estudio dado. Es probable que haya cierta vacilación para admitir que hay una ciencia, llamada correctamente *geometría*, la cual es igualmente independiente de las intuiciones dadas en la experiencia. Existe cierta justificación para tal vacilación. Lo que ordinariamente se llama geometría debe distinguirse claramente de la aritmética, puesto que es una ciencia tan enteramente empírica como la dinámica y, por lo tanto, una rama de la ciencia natural. Esta rama de la ciencia natural —que, por razones de conveniencia, podemos llamar "geometría empírica"— ha sido tradicionalmente confundida con la geometría como matemática pura. A esta confusión se debió la creencia de que la geometría era una ciencia de la cantidad, relativa a las propiedades del espacio.[9] Se supu-

[9] Así, por ejemplo, De Morgan, habiendo afirmado que "el espacio y el tiempo son las únicas materias necesarias del pensamiento", añade: "y éstos

so que los axiomas de la geometría eran descriptivos de nuestro espacio y que los teoremas de la geometría eran necesariamente verdaderos, pues se consideraba que eran demostrados por medio de los axiomas solamente. Ahora, como vimos en el capítulo x, se sabe que esta concepción es errónea. Hemos visto que el intento de deducir los teoremas de Euclides a partir de sus axiomas mostró que las deducciones de éste carecían de rigor lógico, puesto que exigían supuestos que no estaban incluidos en los axiomas pero que guardaban conformidad con nuestras intuiciones espaciales.[10] Se reconoció que el axioma de las paralelas era menos *plausible* que los otros axiomas de Euclides, de modo que se hicieron muchos intentos de derivar el axioma de las paralelas de los otros. Estos intentos fracasaron, y los matemáticos empezaron a construir sistemas geométricos basados en la negación del axioma de Euclides. De esta manera surgieron las geometrías no-euclidianas que han desempeñado un papel tan importante en el desarrollo de las matemáticas y de la física matemática. No es posible examinar aquí tal desarrollo.[11] Basta observar que el resultado de este desarrollo fue el establecimiento del hecho de que toda geometría es rígidamente deductiva y no emplea ninguna forma de razonamiento que no se base en la aritmética. Es decir, que una geometría pura es un sistema deductivo construido por medio de conceptos primitivos y proposiciones primitivas en la forma explicada en el capítulo x.

Toda rama de las matemáticas consiste en afirmaciones de que tales y cuales proposiciones primitivas implican tales y cuales consecuencias. Así, pues, una proposición matemática es de la forma: *Si un conjunto de elementos x, y, z . . . satisfacen tales y cuales condiciones, entonces esos elementos satisfarán también tales y cuales otras condiciones*. La especificación de las condiciones determina la rama de las matemáticas que se está investigando; por ejemplo, la aritmética, la geometría proyectante, la geometría descriptiva, etcétera. Así puede demostrarse que toda rama de las matemáticas consiste enteramente en proposiciones acerca de las propiedades de ciertas relaciones, tales como *estar en línea recta con*, o *ser el producto de*, que rigen entre ciertas entidades, tales como los *puntos* o los *números*. Podría suponerse que primero debemos saber cuáles son las entidades entre las que rigen las relaciones afirmadas en las proposiciones primitivas. Eso, sin embargo, sería un error. Todo lo que se requiere es que las proposiciones primitivas sean mutuamente consecuentes. Si los objetos que tienen las propiedades requeridas pueden encontrarse, enton-

constituyen el asunto de las matemáticas". (*Proc. London Mathematical Society*, vol. I, p. 1.)

[10] El teorema de que la suma de los ángulos de un triángulo es igual a dos ángulos rectos se desprende del postulado de las paralelas y puede guardar conformidad con nuestras intuiciones espaciales ordinarias. La negación del postulado condujo, por una parte, a la geometría hiperbólica, y, por otra parte, a la geometría elíptica.

[11] Véase CAJORI, *History of mathematics*.

ces el sistema deductivo puede ser interpretado. Por ejemplo, se nos podría dar un conjunto de objetos indefinidos que podríamos llamar arbitrariamente *objetos* X y *objetos* Y, y una relación indefinida R, y una proposición primitiva: Si cualesquiera dos *objetos* X son dados, entonces hay un *objeto* Y, y sólo uno, con el que ambos *objetos* X guardan la relación R. Podríamos interpretar los *objetos* X como *puntos*, los *objetos* Y como *líneas*, y la relación R como *está situado en*. Esto da el teorema fundamental de la geometría plana: Si se dan dos puntos, hay una y sólo una línea en que ambos puntos están situados. Otras interpretaciones serían posibles. Mientras nos ocupemos de la geometría pura —es decir, de la geometría como una rama de las matemáticas—, no tenemos que ocuparnos de ningún significado particular de "punto" o "línea". Así, pues, puede decirse que las matemáticas se ocupan de todos los significados *posibles*, es decir, de todos los objetos por medio de los cuales puedan interpretarse los teoremas; o bien puede decirse que no se ocupa de ningún significado.[12] No podemos discutir aquí cuál es la manera preferible de expresar esto. Sólo nos interesa observar que una ciencia matemática es un sistema deductivo que consiste en conceptos primitivos, proposiciones primitivas y deducciones de éstos.

Las matemáticas aparecen, pues, como la ciencia de la prueba formal o la demostración lógica. Hace sesenta años un matemático norteamericano, Benjamín Peirce, definió las matemáticas como "la ciencia que extrae las conclusiones necesarias".[13] Éste fue el primer reconocimiento explícito de que las matemáticas son independientes de cualquier tema de estudio dado. Peirce, por cierto, llega a afirmar que "las matemáticas, según esta definición, pertenecen a toda investigación, lo mismo moral que física". De tal suerte, las matemáticas vienen a ser la ciencia del razonamiento exacto. Esto señala un avance notable en la comprensión de la naturaleza de las matemáticas. La definición de Peirce no es, sin embargo, del todo completa; deja sin explicar qué puede significarse por "conclusiones necesarias". La norma de exactitud, del rigor lógico de una demostración, ha cambiado. Este cambio se debe al hecho de que los matemáticos han estado tratando de hacer que todos sus supuestos sean explícitos, debido al hecho de que ellos han abandonado el recurso a la intuición. [14] Den-

[12] Esta segunda concepción ha sido atribuida a Hilbert y sus seguidores, quienes constituyen lo que se conoce como escuela formalista de matemáticos. Véase más adelante el Apéndice C. El lector también puede consultar dos artículos de F. P. RAMSEY, "Mathematical logic", en la *Mathematical Gazette* (octubre, 1926); y "The foundations of mathematics", en *Proc. London Mathematical Society* (agosto, 1926); y C. I. LEWIS, *Survey of Symbolic Logic*, capítulo VI, § 3.

[13] *Linear Associative Algebra*, § 1 (1870, reimpreso en el *American Journal of Mathematics*, vol. IV, 1881).

[14] Incluso Gauss, uno de los más grandes matemáticos, publicó pruebas que hoy no se considerarían suficientemente rigurosas. Por ejemplo, su primera prueba del teorema de que toda ecuación algebraica tiene una raíz cons-

tro de un momento consideraremos si el ideal de la exactitud ha sido alcanzado. Bertrand Russell ha ofrecido una definición más satisfactoria, que completa la de Peirce. De acuerdo con su concepción, todos los conceptos de las matemáticas pueden definirse en términos implicados en cualquier tipo de razonamiento complicado, y todas las proposiciones matemáticas pueden deducirse de proposiciones de la lógica formal. [15] De tal suerte, las matemáticas pueden definirse como la ciencia que se ocupa de "la deducción por principios lógicos a partir de principios lógicos". [16] Estos principios lógicos son los principios de todo razonamiento. Se desprende de esta definición que las matemáticas son indistinguibles de la lógica pura. Al examinar la estructura de los sistemas deductivos, examinábamos la estructura de las matemáticas. Los lógicos modernos han demostrado detalladamente que esta concepción de las matemáticas es justificada. Peano logró derivar la aritmética de los números inductivos —es decir, los números cardinales finitos— de cinco proposiciones primitivas y tres conceptos primitivos. [17] Estos conceptos son *cero, número, sucesor de*. Frege y Russell mostraron independientemente que estos conceptos podían definirse en términos de las nociones puramente lógicas de *clase, perteneciente a una clase* y *similitud*. Así se demostró que la aritmética es una rama de la lógica pura. Anteriormente se había mostrado que los sistemas geométricos no podían interpretarse como aplicables a los números. Así se ha logrado el análisis de las matemáticas en términos de conceptos lógicos fundamentales. El sistema matemático de *Principia mathematica* ha demostrado la equivalencia de las matemáticas y la lógica, pues, partiendo de premisas que todo el mundo debe admitir que son puramente lógicas, se deducen resultados que todo el mundo debe admitir que pertenecen a lo que ordinariamente se llama matemáticas. Russell afirma: "Si todavía hay quienes no admiten la identidad de la lógica y las matemáticas, podemos desafiarlos a que indiquen en qué punto, en las definiciones y deducciones sucesivas de *Principia mathematica*, consideran ellos que termina la lógica y comienzan las matemáticas. Será obvio entonces que cualquier respuesta debe ser del todo arbitraria." [18] Esto debe concederse. [19]

tituye un ejemplo del uso de la intuición en lo que se ofrecía como una prueba absolutamente rigurosa.

[15] La definición exacta de Russell es: "Las matemáticas puras son la clase de todas las proposiciones de la forma 'p implica q', donde p y q son proposiciones, y ni p ni q contienen ningunas constantes, excepto constantes lógicas." (*Principles of mathematics*, p. 3.)

[16] Russell, *loc. cit.*

[17] Para una descripción del procedimiento de Peano, véase B. Russell, *Int. Math. Phil.*, capítulos I-III.

[18] *Op. cit.*, p. 194.

[19] Debe observarse que lo que se requiere para las matemáticas es que los axiomas sean consecuentes. En el capítulo x vimos que la consecuencia sólo podría establecerse al encontrarse una interpretación para la cual los axiomas sean verdaderos. Estos objetos no pueden tomarse del mundo real, puesto

Ahora debemos considerar en qué medida se ha alcanzado el ideal del rigor lógico. Surge una dificultad en relación con el concepto de *clase*. En el intento de llevar a cabo una deducción estrictamente rigurosa de las propiedades generales de las clases y relaciones a partir de las premisas lógicas fundamentales, ciertas contradicciones se hicieron aparentes. Comenzaremos por considerar la contradicción de Russell respecto a las clases que no son miembros de sí mismas. De ordinario no supondríamos que una clase es un miembro de sí misma. Por ejemplo, la clase de todas las *mesas* no sería considerada ella misma como una *mesa*, ni la clase de todos los *hombres* como un miembro de sí misma, es decir, un *hombre*. Pero podría ser natural suponer que la clase de las cosas que no son hombres no es ella misma un hombre y, por lo tanto, un miembro de sí misma. Esta suposición, sin embargo, conduce a la contradicción. Esta contradicción puede mostrarse fácilmente si damos a una clase que no se contiene a sí misma como un miembro el nombre de *clase ordinaria*. Entonces representemos por medio de O la clase que consta de todas las clases ordinarias. Ahora tenemos que considerar si O es un miembro de sí misma o no. Si O es un miembro de O, se desprende *de la hipótesis de que* O *es una clase ordinaria* que O no es un miembro de O; si O no es un miembro de O, se desprende *de la hipótesis* que O es un miembro de O. Así, pues, cualquiera de las dos suposiciones —a saber, que O es un miembro de sí misma y que no es un miembro de sí misma— conduce a la contradicción. Russell se enfrentó a esta contradicción distinguiendo diferentes tipos lógicos. En el capítulo IX vimos que una clase que consta de individuos no es ella misma un individuo. Si dijéramos que *tanto* la clase *como* los individuos son "entidades", estaríamos usando la palabra "entidad" en dos sentidos diferentes. Así, pues, tenemos que reconocer que los objetos son de diferentes tipos lógicos, y que cualquier predicado dado puede ser afirmado significativamente acerca de un solo tipo de sujeto. Por ejemplo, es significativo afirmar que "Sócrates es un hombre", pero *carece de significado* afirmar que "Una clase es un hombre." Por consiguiente, debemos reconocer que las proposiciones acerca de los individuos no son de la misma forma que las proposiciones acerca de las *clases de individuos*. De manera similar

que ello dejaría al método abierto a las incertidumbres del método experimental; deben tomarse, por lo tanto, de otras ramas de las matemáticas. Por lo que se refiere a la geometría, es posible tomar los números reales y mostrar que ellos satisfacen los axiomas. Por ejemplo, "punto" puede interpretarse como aplicable a una tríada ordenada de números (x, y, z); "plano" puede interpretarse como aplicable al conjunto de tales tríadas ordenadas que satisfacen una ecuación lineal, y así sucesivamente. Pero cuando intentamos investigar la consecuencia de los axiomas formulados por Peano para los números reales, no podemos hallar ninguna rama *más simple* de las matemáticas que pueda proporcionar una interpretación. De aquí la necesidad de la reducción de estos conceptos a la lógica.

debemos reconocer que las proposiciones acerca de las *clases* no son de la misma forma que las proposiciones acerca de las *clases de clases,* y así sucesivamente. Estas diversas proposiciones serán de diferentes órdenes, siendo el orden dependiente del *tipo.* Así, pues, si decimos que las proposiciones acerca de los individuos son del primer orden, entonces las proposiciones acerca de las clases de individuos serán del segundo orden, y así sucesivamente. De acuerdo con esta teoría de los tipos lógicos, debemos admitir que tanto la afirmación "Una clase es un miembro de sí misma" como la afirmación "Una clase no es un miembro de sí misma" son estrictamente carentes de significado. Nuestra incomprensión de que tales afirmaciones no son falsas, sino *carentes de significado,* se debe a nuestro hábito inveterado de suponer que toda oración gramaticalmente correcta debe ser significativa.

Tenemos que distinguir además entre los diferentes órdenes de propiedades aplicables al mismo tipo de sujeto. Según la concepción de Russell, las proposiciones acerca de las clases son proposiciones acerca de las propiedades que definen a las clases. Así, una proposición acerca de una clase (por ejemplo, los grandes poetas) será una proposición acerca de todas las propiedades que definen la clase. Debemos considerar entonces si existen dificultades en relación con las proposiciones acerca de *todas las propiedades.* Es claro que sí existen. Por ejemplo, dado un objeto A, podemos preguntar si A tiene alguna propiedad de la índole Φ. Si A tiene tal propiedad, entonces el que A tenga esta propiedad será otra propiedad de A. Llamemos esta propiedad F. Entonces podemos preguntar si F puede ser una propiedad de la índole Φ. Parece claro que no puede serlo. Por ejemplo, si decimos "Shakespeare tenía todas las características que pertenecen a un gran poeta", entonces "características" no se entendería de tal manera que pudiera incluir una propiedad tal como *tener todas las características de un gran poeta,* puesto que esta propiedad presupone la totalidad de tales características. Así, pues, si A tiene una propiedad de la índole Φ, entonces la propiedad F —o sea, tener la propiedad de la índole Φ— no puede ser ella misma una propiedad de la índole Φ. Así, pues, F es una propiedad de un orden superior que Φ. Cualquier propiedad que sea definida por medio de *todas las propiedades* de cierto orden, debe ser entonces una propiedad de un orden superior. [20]

Esta teoría de los tipos nos permite evitar la contradicción respecto a las clases y respecto a las afirmaciones acerca de todas las propie-

[20] El principio implicado en la teoría de los tipos se llama "el principio del círculo vicioso", y Russell lo enuncia así: "Cualquier cosa que comprenda a *todos* los miembros de una colección no debe ser uno de los miembros de la colección." La violación de este principio tiene como resultado totalidades ilegítimas. (Véase *Principia mathematica,* Introducción, capítulo II, p. 37. *Cf.* también F. P. Ramsey, *The foundation of mathematics,* p. 356. Ramsey ha señalado que la teoría de los tipos se divide en dos partes distintas que tienen que ver, respectivamente, con dos grupos diferentes de contradicciones. No podemos detenernos a examinar esto aquí.)

dades de cierta clase. La teoría, sin embargo, tiene consecuencias desafortunadas. La distinción de tipos invalida algunos de los teoremas más fundamentales del análisis.[21] Para evitar esta dificultad, Russell introdujo el *axioma de reductibilidad.*[22] Este axioma afirma que para cualquier propiedad de un orden superior hay una propiedad equivalente del orden inferior. Esta equivalencia no es una equivalencia de *significado,* sino de *extensión.* Vale decir, que cualquier cosa que tenga una propiedad tiene la otra, de modo que las dos propiedades definen la misma clase en el sentido de que tienen la misma extensión. Así, pues, las propiedades son *formalmente equivalentes.* Así, el axioma afirma que dada cualquier propiedad de orden superior hay una propiedad del orden inferior *que tiene la misma extensión* (es decir, que es aplicable a los mismos objetos) que la propiedad de un orden superior. Este axioma implica que cualquier clase que sea definida como la extensión de una propiedad de orden superior, será también la extensión de una propiedad del orden inferior. Se desprende del axioma que la totalidad de las clases cuyos miembros son de un tipo dado, pueden obtenerse de la totalidad de las propiedades del orden inferior que son aplicables a ese tipo. La totalidad así obtenida

[21] Así, por ejemplo, invalida el teorema de que cualquier agregación de números tiene un límite superior. Este teorema es deducido del principio de la sección Dedekindiana, que es el siguiente: Si los números reales se dividen en dos clases, A_1 y A_2, de tal modo que (i) cada número pertenezca o bien a A_1 o bien a A_2; (ii) cada clase contenga cuando menos un miembro; (iii) cualquier miembro de A_1 sea menor que cualquier miembro de A_2; entonces hay un número *n* que tiene la propiedad de que cualquier número menor que *n* pertenece a A_1 y cualquier número mayor que *n* pertenece a A_2. El número *n* puede pertenecer a A_1 o a A_2, puesto que *n* es el número mayor de A_1, o el número menor de A_2. Así, los números reales se dividen en dos clases mutuamente excluyentes, una superior y una inferior, y debe haber un número que divida estas dos clases, que es o bien el menor de la clase superior o bien el mayor de la clase inferior. Esta prueba depende de que se definan los números reales como secciones de racionales. Las secciones de racionales son una especie especial de *clases* de racionales; por lo tanto, las proposiciones acerca de los números reales serán proposiciones acerca de una especie de clase de racionales. Ahora podemos ver cómo se produce la invalidez. Supóngase que hay un conjunto A de números reales; U, el límite superior de A, es definido como la clase de los racionales que son miembros de cualquier miembro de A. Así, U son todos aquellos racionales que tienen la característica de tener cualquiera de las características que definen a los miembros de A. De tal suerte, la característica definidora de U implica una referencia a *todas* las características definidoras de los miembros del conjunto de los números reales, de modo que U no será un número real, puesto que es una sección de racionales definidos por características de un orden superior. Así, pues, esta prueba se derrumba si se acepta la teoría de los tipos. (Véase G. H. Hardy, *Pure mathematics,* § 18.)

[22] Véase *Principia mathematica,* Introducción capítulo II, §§ 6, 7 y * 12. *Cf.* también *Int. Math. Phil.,* capítulo XVII, y Ramsey, *loc. cit.*

será una totalidad legítima. La aceptación de este axioma basta, entonces, para asegurar la validez de los teoremas en el análisis.

No puede afirmarse, sin embargo, que este axioma de reductibilidad es evidente por sí mismo. No es puramente lógico, como lo son las otras proposiciones primitivas de *Principia mathematica.* En consecuencia, este sistema no logra alcanzar un rigor lógico completo. Trabajos recientes de L. Wittgenstein y F. P. Ramsey han mostrado que la dificultad debida a la naturaleza insatisfactoria del axioma de reductibilidad puede ser superada. Ramsey ha sugerido una reconstrucción del sistema de *Principia mathematica* en la que el axioma de reductibilidad ya no es necesario. No es posible examinar este desarrollo aquí.[23] Hemos dicho lo suficiente para indicar la enorme dificultad de efectuar un análisis completo de los conceptos matemáticos en términos de conceptos puramente lógicos, y de construir un sistema deductivo completamente riguroso que comprenda todas las ramas de lo que ordinariamente se llama matemáticas. Pero, a pesar de las dificultades que se presentan en la labor de completar la construcción, debe admitirse que ésta ha mostrado que las matemáticas son idénticas a la lógica como la ciencia de la forma pura.

El logro del ideal de la forma pura es también el logro de la abstracción completa y de la generalidad completa. No es necesario un examen más detenido para demostrar que esto es así. Puede que valga la pena, sin embargo, subrayar la importancia del hecho de que la demostración es independiente del tema de estudio. Reconocer esta independencia del tema de estudio es reconocer que toda prueba lógica es formal. La palabra "prueba" se usa algunas veces en un sentido en que tiene que ser distinguida de "demostración", o sea, "prueba lógica". El primer uso puede hacerse claro por medio del contraste entre el propósito de tal prueba, que consiste en producir *convicción*, y el propósito de la prueba lógica. En el capítulo x vimos que no nos *convencemos* de la verdad de la ley conmutativa m x n — n x m cuando seguimos su deducción en los *Principia mathematica.* El propósito de la deducción es la demostración, no la convicción. Es por esta razón que la construcción de un sistema tal parece exigir, como cuestión de hecho psicológico, que una rama de las matemáticas haya sido desarrollada en grado considerable antes de que pueda aplicarse el método del análisis. Si este método no es primordialmente un método para producir convicción, menos aún es un método de descubrimiento. Su ideal no es el descubrimiento, sino la demostración. Conviene, ciertamente, precavernos contra un posible malentendido. Al decir que las matemáticas se reducen a la lógica, estamos diciendo que las matemáticas pueden exhibirse como una estructura completamente lógica, de modo que ningún elemento de intuición intervenga en una prueba matemática. Pero decir esto no es decir que el proceso del descubrimiento matemático está constreñido al razonamiento deductivo. Por

[23] Véanse los artículos de F. P. Ramsey, antes citados, y también el Apéndice C.

el contrario, el matemático usa todos los recursos de la perspicacia científica. Imagina, confía en analogías, se orienta por la intuición geométrica y por una sensibilidad para la forma pura que lo lleva a hacer descubrimientos importantes. Pero los teoremas matemáticos, no importa cómo puedan haber sido descubiertos, deben ser susceptibles de formulación abstracta y de demostración por medio de métodos puramente lógicos. Una rama de las matemáticas es un conjunto de proposiciones susceptibles de formulación abstracta en tal forma que pueda demostrarse que toda proposición se desprende de los conceptos primitivos y las proposiciones primitivas. Puede considerarse entonces que las matemáticas consisten en todos los sistemas deductivos completamente abstractos.

XXIV. LAS CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO LÓGICO

"Si un hombre puede desempeñarse como un verdadero lógico, y tener al mismo tiempo juicio e inventiva, puede hacer grandes cosas." —FRANCIS BACON

§ 1. *Persuasión y convicción*

EL PROPÓSITO del pensamiento lógico es el de llegar a conclusiones. El proceso de llegar a conclusiones es el razonamiento. De ordinario, razonamos partiendo de algo que sabemos a algo que, anteriormente a nuestro razonamiento, no sabíamos pero que ahora sabemos como resultado de nuestro razonamiento. Rigurosamente hablando, no puede decirse que *sabemos* algo a menos que ése sea el caso. Así, para que una proposición sea *conocida* es necesario tanto que la proposición sea creída cuanto que sea verdadera. Aun cuando *creer* una proposición y *creer que es verdadera* son una y la misma cosa, no obstante creemos muchas proposiciones que en realidad son falsas. Algunas veces descubrimos su falsedad por medio del razonamiento que parte de las proposiciones que creemos a conclusiones que reconocemos como falsas. Cuando razonamos, deseamos precisar lo que es verdadero o debe serlo si alguna otra cosa es verdadera. Podemos *saber* que nuestras conclusiones son verdaderas sólo cuando sabemos que las premisas son verdaderas y además que estas premisas implican la conclusión. Algunas veces podemos reconocer que *creemos* una proposición, y por lo tanto creemos que es *verdadera*, aunque reconocemos que todavía no *sabemos* que es verdadera. A menudo, sin embargo, no logramos distinguir entre nuestras *creencias* y nuestro *conocimiento*. Cuando nuestra creencia es impugnada, entonces podemos llegar a reconocer que, después de todo, no *sabíamos* sino sólo *creíamos* que tal o cual era el caso. La duda es un estado mental claramente distinguible de la creencia. *Dudamos* de una proposición cuando, respecto de ella, sabemos que no *sabemos* si es verdadera o falsa. El estado de duda es generalmente desagradable; por lo tanto, deseamos resolver una duda. El razonamiento a partir de premisas verdaderas, o de premisas que se cree son verdaderas, es un método de resolver la

duda. Pero podemos ser persuadidos a creer por medio de otros métodos distintos del razonamiento. Además, muchas de nuestras creencias no se deben ni a la persuasión ni al razonamiento. Si éste no fuera el caso, sólo podríamos tener pocas creencias, puesto que ni nuestra capacidad mental ni la duración de nuestros días nos permiten indagar el fundamento de todo lo que creemos. De tal suerte, muchas de nuestras creencias no son creencias *bien fundadas*, aun cuando lo que creemos pueda ser verdadero.

Hay cuando menos cinco maneras diferentes de llegar a la creencia. Primero, podemos creer una proposición porque siempre la hayamos creído. No es necesario indagar aquí cómo llegamos a creerla originalmente. Sólo nos interesa observar que creemos algunas proposiciones sólo porque nunca nos ha parecido adecuado dudar acerca de ellas. Tales creencias son generalmente agradables, es decir, que la verdad de las proposiciones así creídas nos parece beneficioso para nuestros intereses; si éste no fuese el caso nos veríamos tentados a dudar, puesto que el desagrado es un estímulo para la actividad. El caso de que algunas personas de índole melancólica pueden creer una proposición de que algo desagradable es el caso, por la sola razón de que es desagradable, no contradice esta afirmación, pues es precisamente este desagrado lo que satisface su melancolía. Por lo tanto, su *creencia* de que algo desagradable es el caso no es *en sí misma* desagradable. Este modo de llegar a la creencia puede llamarse, usando una metáfora quizá aceptable, *el modo de la lapa*. El pensador se aferra a su creencia como la lapa a su roca, sin tomar nota de la conexión entre su creencia y cualquier otra cosa en su vecindad. Así, por ejemplo, el cazador apasionado puede creer que a las zorras les gusta ser cazadas; la dama acaudalada, caritativa, pero conservadora y poco imaginativa, puede creer que los desempleados son los "haraganes".[1] La ventaja principal de esta manera de creer es su comodidad. Su desventaja se debe al hecho de que las creencias así obtenidas pueden ser destruidas por la presión de los hechos, y de que esta destrucción puede tener consecuencias desastrosas.

La segunda manera de llegar a la creencia puede describirse como la manera de la autoridad. Pueden distinguirse dos tipos diferentes de autoridad. Aceptar una proposición sobre la base de la autoridad equivale a aceptarla sobre la base de que alguien, cuya opinión respetamos, ha afirmado que es verdadera. Nuestro respeto puede deberse al cargo que ocupa esa persona o nuestro reconocimiento de que ella es experta

[1] Es difícil dar ejemplos de esta manera de creer, puesto que la autora corre el riesgo de dar ejemplos que a ella le parezcan creencias infundadas, siendo posible, en lo tocante a cualquier ejemplo elegido, que el lector tenga fuentes de conocimiento desconocidas para la autora que puedan justificar estas creencias. En ese caso, el lector no tendrá dificultad para encontrar ejemplos, proporcionados por las creencias de otras personas, que le parezcan infundados a él. Reconocer que una creencia es, después de todo, sólo un *prejuicio*, es reconocer que se llegó a ella siguiendo el ejemplo de la lapa.

en relación con el asunto de nuestra creencia. El primer caso es ejemplificado por la aceptación de la autoridad de una iglesia, o de un progenitor, o de un maestro a quien no hemos aprendido a poner en duda.[2] La desventaja de adquirir creencias en esta forma es que la aceptación de la autoridad ahoga la indagación. Además, las autoridades pueden estar equivocadas. Las ventajas se asemejan a las ventajas del modo de la lapa. El segundo caso es ejemplificado por la aceptación del testimonio experto. Cuando un hombre ha hecho un estudio cuidadoso de un asunto y ha llegado a conclusiones sobre las cuales está preparado para ofrecer evidencia que le parece concluyente, no es irrazonable creer que su opinión tiene más peso que la de alguien que no ha hecho tal estudio. Cuando hay un consenso de relación experta en relación con una proposición dada, es razonable aceptar la opinión de esos expertos si nosotros mismos no hemos examinado la evidencia en que se afirma que está basada la proposición. Así, pues, para el hombre no especializado es razonable aceptar la autoridad del experto. Por lo que toca a la mayor parte de nuestras creencias, todos estamos en la posición del hombre no especializado. De ello se desprende que creer en una proposición sobre la base de la autoridad es, a menudo, el proceder más aconsejable. El peligro de esta manera de creer consiste en que estamos expuestos a confundir una clase de autoridad con otra y a confiar en que los expertos no pueden equivocarse. Pero ni siquiera un consenso de expertos es infalible.

En tercer lugar, podemos llegar a la creencia por medio de la evidencia en sí misma. No podemos dejar de creer lo que es evidente por sí mismo, pues decir que una proposición es evidente por sí misma, es decir que su verdad es obvia. Pero lo que es obvio puede, a pesar de ello, no ser el caso. Si hay proposiciones que nadie *puede* dudar, entonces tales proposiciones son en realidad indudables. Pero algunas proposiciones que han sido aceptadas por muchos pensadores cuidadosos como evidentes por sí mismas, finalmente han resultado no ser indudables. Así, pues, debemos distinguir entre la afirmación de que una proposición dada es psicológicamente evidente por sí misma, en el sentido de que nadie la pone en duda, y la afirmación de que es evidente por sí misma en algún *otro* sentido, estrictamente pertinente a la lógica. El que haya proposiciones evidentes por sí mismas en el segundo sentido constituye un asunto de la investigación.[3] Reconocer que las proposiciones evidentes por sí mismas puedan exigir investigación equivale a haber abandonado ya el modo de llegar a la creencia a través de la evidencia por sí misma. El peligro de esta manera de creer consiste en que frena la indagación y puede estimular las creencias erróneas. Para evitar este peligro, es bueno formarse el hábito de sopesar el juicio y, por lo tanto, de estar preparados para poner en duda todo lo que pueda dudarse.

[2] No es irrazonable suponer que un maestro (en el sentido educativo) cuyos pronunciamientos *nunca* se ponen en duda, es un mal maestro.

[3] Véase el capítulo x, pp. 205-208.

La cuarta y quinta maneras de llegar a la creencia deben distinguirse de las tres primeras en cuanto que implican un proceso de indagación cuyo propósito es resolver un estado de duda. Este proceso puede terminar ya sea en persuasión o en convicción. "Persuasión" se emplea aquí en oposición a "convicción", aunque indudablemente algunas veces se usan como sinónimos. La manera de la persuasión debe distinguirse de la manera de la convicción por la naturaleza del proceso mediante el cual se resuelve la duda. Aun si la racionalidad es la característica distintiva de la naturaleza humana, debe admitirse que pocas de nuestras creencias se basan en fundamentos racionales. Más aún, no sólo tendemos a creer lo que deseamos creer, sino que además este deseo de creer es una consecuencia lógica de alguna otra cosa que puede darse por aceptada. La retórica es un medio de persuasión. La finalidad del orador es inducir a la creencia, no demostrar una conclusión; su arte consiste en persuadir a otras a aceptar una conclusión para la cual no hay evidencia adecuada. Puesto que nuestras creencias están determinadas en tan pequeña medida por consideraciones lógicas, el orador emplea diversos recursos para persuadirnos. Si sus oyentes fueran pensadores claros, libres del prejuicio del interés especial, y si sus conclusiones fueran susceptibles de demostración, entonces él no necesitaría otro método de producir creencias que no fuera el método del argumento lógico. Raramente, sin embargo, se satisface una u otra de estas condiciones. En consecuencia, el orador sustituye la convicción por la persuasión, apelando a la emoción más bien que a la razón. El discurso de un gran orador es una obra de arte; como tal, no tiene nada que ver con la lógica, y, como tal, puede ser admirado por aquellos a quienes no persuade. Pero la manera de la persuasión no está limitada a los grandes oradores; es utilizada con considerable buen éxito por los expertos de la publicidad, cuyo conocimiento perspicaz de la psicología práctica los hace peritos en el arte de persuadir a las personas que no piensan a que compren artículos que son inútiles o nocivos. En este caso posiblemente hay acción sin creencia, de modo que este tópico queda fuera de los límites de nuestro examen.

La manera de la convicción opera por medio del razonamiento. Éste es el método de la ciencia y la tarea propia del lógico. Podría suponerse que, en tanto lógicos, no nos concierne ninguna otra manera de llegar a la creencia. En cierto sentido esto es así, pero a menudo es difícil determinar *cómo* se ha llegado a una creencia aunque las maneras de llegar a las creencias sean diferenciadas. No todo pensamiento es pensamiento lógico, ni todo razonamiento es bueno. Podemos aprehender más fácilmente las características del buen razonamiento cuando hemos reconocido las diversas maneras de llegar a nuestras creencias. Un argumento bien construido, cuyo propósito es producir convicción, exhibe las características de la claridad, conexión o pertinencia, exención de contradicción o consecuencia, demostratividad o fuerza de convicción. A lo largo de nuestro examen del método lógico hemos puesto énfasis en la pertinencia como una característica esen-

cial del pensamiento lógico. Saber lo que es pertinente a una situación es aprehender conexiones. El descubrimiento de la pertinencia exige juicio, pues no toda pertinencia es lógica. Pero en el pensamiento conexo están implícitos ciertos principios lógicos, de los cuales depende la fuerza de convicción del argumento. Consideraremos estos principios en el siguiente párrafo.

§ 2. *Los principios lógicos y las "leyes del pensamiento" tradicionales*

Todo pensamiento lógico ejemplifica ciertos principios abstractos de acuerdo con los cuales tiene lugar tal pensamiento. Es sumamente difícil determinar cuáles son estos principios y cuáles son independientes, si alguno lo es, del resto. Tres de estos principios han sido señalados separadamente por los lógicos tradicionales y descritos como "leyes del pensamiento". Esta descripción es inconveniente, pues sugiere una referencia a las uniformidades del pensamiento —es decir, a las leyes psicológicas—, lo cual probablemente no estuvo en el ánimo de nadie.[4] Pero la objeción principal al tratamiento tradicional no estriba en la descripción, sino en la concepción de qué era lo que así se describía, pues "*las* leyes" debe significar *todas* las leyes; pero es absurdo suponer que hay sólo tres. Ha habido una considerable diferencia de opinión por lo que se refiere a cómo deben ser enunciadas estas "leyes". El punto de partida de la teoría tradicional de la lógica se halla en la categoría aristotélica de la sustancia-atributo. Las afirmaciones acerca de los atributos de una sustancia pueden expresarse de la manera más natural en proposiciones singulares de la forma del sujeto-predicado, a saber, *Este S es P*. De consiguiente, las "leyes" han sido expresadas a menudo de una manera adecuada sólo a las proposiciones de esta forma. Platón y Aristóteles sostuvieron que una afirmación acerca de *Este S* es una afirmación acerca de una cosa o individuo definido que tiene una naturaleza determinada. Desde este punto de vista, las leyes pueden enunciarse de la siguiente manera:

(1) *La ley de identidad.* Todo es lo que es; o, A es A.

(2) *La ley de contradicción.* Una cosa no puede ser y no ser tal o cual al mismo tiempo; o, A no es al mismo tiempo B y no B.

(3) *Ley del tercero excluido.* Una cosa o es o no es tal o cual; o, A es o no es B.

La formulación de (1) como "A es A" puede considerarse como la expresión de un importante principio del simbolismo, pero por lo común no se la considera así. Desde el punto de vista de un principio relativo al uso de los símbolos, el principio de identidad puede formu-

[4] Véase Sir WILLIAM HAMILTON, *Lectures on logic* (Sec. v).

larse de la siguiente manera: *Igualdad de símbolo indica igualdad de referendo*. Es claro que los símbolos que se refieren a diferentes referendos son símbolos diferentes. Por lo tanto, siempre debe ser nosignificativo escribir: "A=A". Es cierto que en la práctica es conveniente decir que un nombre es idéntico a una descripción dada (por ejemplo, "Scott es idéntico al autor de *Waverley*"), o que dos descripciones son idénticas (por ejemplo, "El autor de *Waverley* es idéntico al autor de *Marmion*"). Pero, en estos casos, el análisis revela que lo que se da a entender por "es idéntico a" implica la noción de *aplicable a*. Pero ni la ley de identidad tradicional ni ningún principio de identidad concerniente al uso de símbolos ha sido interpretado nunca en términos de *aplicable a*. En consecuencia, estas expresiones no pueden considerarse como ejemplificaciones de la ley de identidad. La interpretación tradicional de esta ley es metafísica. Si se considera que "A" simboliza un sujeto de atributos, entonces la fórmula puede interpretarse en el sentido de que expresa la permanencia de la sustancia o de la persistencia de algo a través del cambio. Tal interpretación es claramente metafísica; expresa una teoría acerca de la naturaleza de la individualidad persistente. Esto no podría considerarse adecuadamente como un principio fundamental del pensamiento lógico, de modo que no es necesario examinar esta interpretación aquí. El propio Aristóteles no formuló ninguna "ley de identidad", pero tal ley podría extraerse de su afirmación "Todo lo que es verdadero debe concordar consigo mismo en todo respecto". [5]

Vale la pena considerar brevemente cómo llegó Aristóteles a formular la ley de contradicción. Él buscaba un principio indemostrable que pudiera considerarse como la base de toda demostración. Pues, como señala él, "es imposible que haya demostración de absolutamente todo, puesto que habría una retrogradación infinita y seguiríamos sin llegar a la demostración".[6] Ahora bien, argumenta Aristóteles, "el principio más cierto de todos es aquel respecto del cual es imposible estar equivocados". Tal principio es "que el mismo atributo no puede al mismo tiempo pertenecer y no pertenecer al mismo sujeto en el mismo respecto . . . Éste, pues, es el más cierto de todos los principios, puesto que responde a la definición dada anteriormente. Pues es imposible que alguien crea que la misma cosa es y no es, como piensan algunos que dijo Heráclito". [7] Esta afirmación sugiere las formulaciones de (2) antes dadas. Pero Aristóteles estaba consciente de que la contradicción es una relación que rige entre dos proposiciones de tal naturaleza que una debe ser verdadera y una falsa. Al examinar las relaciones entre las proposiciones, Aristóteles formuló

[5] *Anal. Priora*, 47*a*, 9. Véase Sigwart, *Logic*, I, pp. 83-9, para un examen del principio de identidad.

[6] *Metafísica*, 1006*a*, 7.

[7] *Ibid.*, 1005*b*, 17. *Cf.* el intento de Sócrates de expresar este principio en la *República*.

las leyes de la contradicción y del tercero excluido de la siguiente manera:

> "Si es verdadero decir que una cosa es blanca, ésta debe ser necesariamente blanca; si la proposición inversa es verdadera, necesariamente no será blanca. Asimismo, si es blanca, la proposición que afirmaba que era blanca era verdadera; si no es blanca, la proposición contraria era verdadera. Y si no es blanca, el hombre que afirma que lo es está haciendo una afirmación falsa; y si el hombre que afirma que es blanca está ha ciendo una afirmación falsa, se desprende de ello que no es blanca. Puede argumentarse, por lo tanto, que es necesario que las afirmaciones o negaciones deben ser o bien verdaderas o bien falsas." [8]

No es difícil extraer de este pasaje las formulaciones: (i) *Este S es p* y *Este S no es p* no pueden ser ambas verdaderas; (ii) O bien *Este S es p* es verdadera o bien *Este S no es p* es verdadera. Éstas son, respectivamente, las leyes (2) y (3). Este pasaje también pone de manifiesto claramente que *ambas* leyes o principios son necesarios para definir la *relación de contradicción* entre proposiciones, puesto que las proposiciones contradictorias no pueden ser *ambas* verdaderas y *una* debe ser verdadera.

Respecto de estas tres leyes ha habido una considerable discusión acerca de si son leyes del *pensamiento* o de las *cosas*. Claramente no son leyes del pensamiento en el sentido de que expresen maneras en las que siempre *de hecho* pensamos, puesto que algunas veces incurrimos en contradicción. Si se afirma que en tales ocasiones *no estamos pensando*, entonces "pensamiento" debe considerarse como equivalente a "pensamiento lógico". En ese caso, estas "leyes" no pueden considerarse como uniformidades o generalizaciones derivadas de la experiencia. [9] Probablemente pocos lógicos de nuestros días, si no es que ninguno, adoptarían esta concepción. Joseph dice: "Ahora bien, aun cuando a estas leyes se las llama leyes del pensamiento, y en realidad no podemos pensar si no es de acuerdo con ellas, no obstante, son en realidad afirmaciones que no podemos sino considerar verdaderas acerca de las cosas. *No podemos pensar* proposiciones contradictorias, porque vemos que *una cosa no puede tener* y al mismo tiempo no tener el mismo carácter; y la llamada necesidad del pensamiento es realmente la aprehensión de una necesidad en el ser de las cosas." [10] Este pasaje sugiere que Joseph sostiene tanto que estas leyes son leyes del *pensamiento* cuanto que son leyes de las *cosas*. No parece haber nada qué decir en favor de esta concepción. Ya hemos

[8] *De Interpretatione*, 18*b*, 1-5.

[9] La concepción de que estas leyes son generalizaciones derivadas de la experiencia fue sostenida por Mill.

[10] *Introd.*, p. 13. Es claro que Joseph supone que todo *pensamiento* es pensamiento *lógico*.

visto las razones que hay para rechazar la concepción de que estas "leyes" son leyes del *pensamiento*. También es engañoso describirlas como leyes de las *cosas*, puesto que tal expresión sugiere que ellas de alguna manera determinan lo que es *real* o *dado*. Ellas son, sin embargo, principios puramente *formales* independientes de lo que es dado; son determinaciones negativas de lo que es *posible*. Sólo en el sentido de lo que es *real* debe también ser *posible*, podrían considerarse estos principios como determinantes de lo que es *real*; ellos no determinan lo que es real *en la medida en que* es real; en ningún sentido limitan lo *real* a ser *tal o cual*.

J. N. Keynes dice: "Las llamadas leyes fundamentales del pensamiento ... deben ser consideradas como el fundamento de todo razonamiento en el sentido de que el pensamiento consecutivo y la argumentación coherente son imposibles a menos que se den por aceptados." [11] Es cierto, en verdad, que "el pensamiento consecutivo y la argumentación coherente" deben ejemplificar estos principios, pero sería incorrecto suponer que son *suficientes* para constituir "el fundamiento de todo razonamiento". No podemos hacer aquí el intento de enunciar todos los principios que, estando juntos, serían suficientes; seleccionaremos aquellos que son ejemplificados más obviamente en el razonamiento ordinario. [12] Podemos en primer lugar re-enunciar las "tres leyes" en la forma de principios ejemplificados en las relaciones entre proposiciones. Como de costumbre, emplearemos p y q para representar cualesquiera proposiciones.

(1) *Principio de identidad.* Si p, entonces p.

(2) *Principio de contradicción.* p no puede ser al mismo tiempo verdadera y falsa.

(3) *Principio del tercero excluido.* O bien p es verdadera o bien p es falsa.

Esta formulación pone de manifiesto la relación esencial de los tres principios. Éstos, sin embargo, no pueden ser reducidos a un solo principio, puesto que la deducción, por ejemplo, de (3) *O bien p es verdadera o bien p es falsa* a partir de (1) Si p, entonces p, o a partir de (2) No ambas p verdadera y p falsa, requiere la noción independiente de *falsedad* o de *negación*, que no puede ser definida sin usar los propios principios. [13]

Necesitamos principios de implicación y de deducción. Éstos pueden enunciarse de la siguiente manera:

(4) *Principio del silogismo.* Si p implica q, y q implica r, entonces p implica r.

[11] *F. L.*, p. 450. El Apéndice B de la obra *Formal Logic* contiene un largo examen de las leyes tradicionales.

[12] Véase el capítulo x, § 5, para una enunciación más plena de estos principios.

[13] Véase la p. 224 del presente libro.

(5) *Principio de la deducción.* Si *p* implica *q*, y *p* es verdadera, entonces *q* es verdadera.

Este principio es necesario a fin de obtener las conclusiones: el principio permite la omisión de un implicando siempre y cuando que el implicando sea *verdadero*.

Es necesario, además, un principio que permita la sustitución de cualquier miembro *dado* de una clase en una afirmación acerca de *cada* miembro de la clase. Esto podría expresarse de la siguiente manera:

(6) Cualquier cosa que pueda afirmarse acerca de *cualquier caso*, no importa cómo sea escogido, puede ser afirmado acerca de *cualquier caso dado*.

Este principio puede ser descrito como el "principio de la sustitución", puesto que es en virtud de este principio como podemos sustituir las variables por valores constantes en una expresión funcional. Johnson le da el nombre de "principio aplicativo" y dice que "podría decirse que formula lo que está comprendido en el uso inteligente de 'todo' o 'cada uno' ('*every*', en inglés)".[14] Este principio, junto con el principio de la deducción, está ejemplificado en todas las cadenas de razonamiento.

Hay tres principios relativos al uso conjuntivo de *y* que son importantes.[15] Éstos son:

(7) *Principio de tautología. p y p* equivale a *p*. Este principio afirma que la reiteración de una proposición no añade nada a la afirmación original.

(8) *Principio de conmutación. p y q* equivale a *q y p*. Este principio afirma que el orden en que son afirmadas las proposiciones es indiferente. Este principio se desprende del hecho de que *y* es una relación simétrica.

(9) *Principio de asociación. p y q y también r* equivale a *p y también q y r*. Este principio afirma que el orden en que están agrupadas las proposiciones es indiferente. Estos principios se refieren también a la alternativa *o*. Pueden ser reenunciados sustituyendo *y* por *o* en cada caso.

(10) Hay un *principio de distribución* relativo a la combinación de proposiciones conectadas por *y* y por *o*. Éste puede enunciarse en la forma: *p o q, y también r* equivale a *p y r, o q y r*.

No es probable que se niegue que estos principios son todos ellos psicológicamente evidentes por sí mismos. Dentro de un sistema de-

[14] W. E. J., II, p. 9.
[15] W. E. J., I, pp. 29-30.

ductivo dado, estos principios pueden deducirse a partir de principios lógicamente más primitivos. Pero estos principios primitivos no serán evidentes por sí mismos en ningún sentido en que los principios derivados no sean también evidentes por sí mismos; serán *primitivos*, o *inderivados*, sólo porque se dan por aceptados, formando así la base del sistema dado. Los principios lógicos fundamentales no pueden ser *probados* en ningún sentido absoluto, pues toda prueba debe presuponerlos. Para pensar lógicamente deben suponerse *algunos* principios, puesto que el pensamiento lógico es pensamiento de acuerdo con principios lógicos. La noción de prueba es relativa a algo no probado; lo que se considera no probado determina lo que *puede* ser probado. Los principios pueden ser usados de modo que puedan ser probados por sí mismos. Tal prueba es circular. Esta circularidad es una prueba de la autoconsecuencia. Aquellos principios que aparecen en todo desarrollo deductivo a partir de principios dados, *ya sea* como principios no probados o como deducciones a partir de estos principios, pueden ser considerados como principios lógicos fundamentales. Los tres principios seleccionados por los lógicos tradicionales tienen esta característica sólo de una manera más obvia que los otros principios que hemos enunciado.

§ 3. *El aspecto normativo de la lógica*

Los lógicos han solido plantear el problema de si la lógica es una ciencia o un arte. Se presume que una ciencia es un estudio sistemático, mientras que un arte es un conjunto de reglas cuyo aprendizaje puede capacitar a alguien para hacer algo. Si esto es así, parece haber poca duda de que la lógica no es un arte, sino una ciencia. Puede haber un arte de pensar. No pocos hombres públicos han escrito recientemente libros que pretenden versar sobre tal arte. Pero el arte de pensar no debe confundirse con la lógica. Es indudable que el hombre que se propone instruirnos sobre cómo pensar debe estar familiarizado tanto con los principios lógicos del razonamiento como con el funcionamiento ordinario de la mente humana. El lógico también puede tener que tomar nota de los procesos psicológicos, pero su interés en estos procesos es analítico y crítico. En el siguiente capítulo veremos que el estudio de la lógica se originó en un intento de determinar la naturaleza y las condiciones del pensamiento válido por medio de la crítica de los tipos de la discusión argumentativa. Esta crítica produjo el descubrimiento de que la validez del razonamiento depende solamente de su forma. Una vez que se comprende esto, se hace claro que la lógica es una ciencia pura.

La posición de la lógica entre las ciencias tiene ciertas peculiaridades. Las ciencias naturales o empíricas tienen que ver con regiones de hechos dadas. Su campo de investigación es el mundo real. La lógica, por el contrario, no tiene que ver con lo que es real sino con lo que es posible. Con todo, la relación entre la lógica y las otras ciencias

es muy estrecha. Si éste no fuera el caso, nuestro examen del método científico habría sido absolutamente impertinente. El científico se propone descubrir proposiciones verdaderas acerca del campo de su indagación. En consecuencia, infiere, y desea que sus inferencias sean válidas. En la medida en que el pensamiento científico sea metódico u ordenado, exhibirá forma lógica. De consiguiente, el lógico está interesado en el análisis y la crítica de los métodos empleados por aquellos que intentan introducir orden en un conjunto de hechos.

Se dice a veces que la lógica debe distinguirse de las otras ciencias en virtud del hecho de que es *normativa*. Una ciencia normativa, como lo sugiere el nombre, tiene que ver con normas. En la medida en que la lógica tiene que ver con la crítica de los modos de pensamiento, tiene un aspecto normativo. Desde este punto de vista, la lógica puede ser considerada como una ciencia reguladora. Pero este aspecto normativo es, por decirlo así, un producto secundario. No estudiamos lógica a fin de establecer normas por referencia a las cuales pueda probarse la validez del razonamiento. El descubrimiento de normas del pensamiento —cuando en verdad son descubiertas— es resultado del hecho de que el pensamiento válido es formal y de que la lógica es la ciencia de las formas posibles. Es un error considerar que el aspecto normativo de la lógica constituye su característica distintiva. Sin embargo, éste es el aspecto importante desde el punto de vista del pensamiento reflexivo y el que hace que el estudio de la lógica sea útil incluso para los periodistas y los políticos. La utilidad de la lógica se ha basado a menudo en la pretensión de que, al estudiar los principios del razonamiento, aprendemos a ser buenos razonadores. Ciertamente, hay menos probabilidades de que nos dejemos confundir por un razonamiento erróneo si tenemos ideas claras acerca de la naturaleza de la prueba y las formas de nuestros argumentos. Mill, cuyos intereses eran principalmente prácticos, recalcó este aspecto de la lógica y confió en promover el pensamiento claro haciendo evidente la naturaleza del método lógico. "La lógica —dice Mill— es el juez y árbitro común de todas las investigaciones particulares. No se propone encontrar evidencia, sino determinar si ésta ha sido encontrada. La lógica no observa, ni inventa, ni descubre, sino que juzga." [16] Tal concepción de la lógica sugiere que, aunque ésta es una ciencia, debe no obstante estudiarse primordialmente como un arte. Adoptar esta concepción equivale a concebir erróneamente la naturaleza de la lógica. Lo cierto es más bien que el intento de estudiar el arte del razonamiento puede conducir a la aprehensión de la forma lógica. El conocimiento de la forma lógica, por otra parte, no basta para hacer a los hombres buenos razonadores, del mismo modo que el conocimiento de la forma prosódica no basta para hacer buenos poetas. Nadie comprende realmente la forma de su razonamiento ni es capaz de estimar su validez, a menos que pueda reconocer esta forma cuando es exhibida en diferentes temas de estudio. Como ha

[16] *Logic, Introd.*, § 5.

insistido justamente Locke: "Nadie se convierte en algo oyendo hablar de reglas o acumulándolas en su memoria; la práctica debe formar el hábito de hacer, sin reflexionar sobre la regla; y tanto se puede confiar en hacer un buen pintor o un buen músico, *extempore*, por medio de una lección e instrucción en las artes de la pintura y la música, cuanto se puede confiar en hacer un pensador coherente o un razonador estricto por medio de un conjunto de reglas, mostrándole en qué consiste el razonamiento correcto." [17] Pero este "reflexionar sobre la regla", para usar la expresión de Locke, es precisamente la tarea que corresponde al lógico. El estudio de los ejemplos, la crítica del pensamiento a la luz de los principios normativos, todo esto no son sino medios que le permiten abstraer. El análisis de los ejemplos particulares es una ayuda para el principiante; lo coloca en una posición favorable para la aprehensión de la forma. De manera similar, el principiante en el estudio del latín aprende a aprehender la estructura de una oración latina —es decir, su forma sintáctica— sólo estudiando ejemplos particulares de oraciones latinas. Lo mismo sucede con la geometría. Precisamente porque la forma es abstracta, no se aprehende fácilmente. No hay que sorprenderse, pues, de que la lógica fuera concebida originalmente de manera restringida al estudio de los modos de razonamiento tal como éstos están ejemplificados en las ciencias especiales o en la discusión argumentativa. A esta restricción se debe el énfasis en el aspecto normativo de la lógica. Cuando se advierte que las normas del pensamiento son normas sólo porque son *formas* puras, puede reconocerse que la ejemplificación de estas formas son impertinentes a la ciencia de la lógica.

[17] *The conduct of the understanding*, § 4.

XXV. BOSQUEJO DEL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA LÓGICA

"Todo lo que tiene importancia lo ha dicho ya alguien que no lo descubrió." — A. N. Whitehead

§ 1. *El origen de la lógica en el análisis del pensamiento reflexivo*

En nuestros días existe una considerable diversidad de opiniones acerca de la definición y el alcance propios de la lógica. Tradicionalmente, se ha pensado que la lógica tiene que ver esencialmente con el pensamiento considerado desde el punto de vista regulador o normativo. Ello no obstante, como hemos visto, la generalización de la lógica ha dado como resultado una ciencia de la forma pura que no debe distinguirse de las matemáticas. Uno de los autores modernos más capacitados en la lógica matemática, declara: "Realmente debería ser claro que quienes dicen que las matemáticas son lógica, no dan a la palabra 'lógica', en modo alguno, el mismo significado que quienes definen la lógica como el análisis y la crítica del pensamiento." [1] Esto es verdad. La lógica en cuanto ciencia del orden, susceptible de expresión en un sistema simbólico, es ciertamente muy diferente de la lógica en cuanto análisis y crítica del pensamiento. Asimismo son muy diferentes la agrimensura práctica y la geometría. Pero, así como la geometría tuvo su origen en la agrimensura práctica y sólo mediante un largo proceso llegó a ser una ciencia puramente formal, del mismo modo la lógica tuvo su origen en el análisis y la crítica del pensamiento y sólo mediante un largo proceso llegó a ser la ciencia puramente formal del orden. El desarrollo de una ciencia es un proceso histórico que depende de las maneras en que los hombres piensan. El desarrollo de la geometría a partir de la reflexión sobre las operaciones implicadas en la agrimensura práctica, y el desarrollo de la lógica generalizada a partir de la reflexión sobre las operaciones implicadas en el pensamiento reflexivo, han sido en cada caso un desarrollo de generalización continua y abstracción consecuente, con el

[1] Véase F. P. Ramsey, *Proc. London Mathematical Association, Series* 2, vol. 25, Pt. 6, p. 353*a*.

resultado de que las dos líneas de desarrollo se han unido en la ciencia de la forma pura, que es la ciencia general del orden.

La colección de doctrinas que se han reunido en diferentes épocas bajo el nombre singular de "lógica", no es, pues, una mera colección fortuita, aunque es indudable que la *selección* de algunas de estas doctrinas dentro de un solo libro que reclama para sí el título comprehensivo de "lógica" ha sido frecuentemente fortuita. Estas diversas doctrinas pueden agruparse de la siguiente manera: (1) examen psicológico de la naturaleza del proceso del pensamiento; (2) discusión lingüística acerca del uso de las palabras, incluida a veces información histórica relativa a su derivación etimológica; (3) consideraciones epistemológicas acerca de la naturaleza del conocimiento; (4) discusiones metafísicas acerca de tales problemas como la naturaleza de los universales y la relación del pensamiento con el sentido; (5) examen de la validez formal y de los principios del razonamiento; (6) examen de los "métodos" que emplean los científicos; (7) examen de argumentos retóricos con un análisis de ciertas falacias antiguas. Debemos admitir que (3) y (4) no forman parte de la lógica, que (7) tiene la naturaleza de un apéndice, y que (1) y (2) tienen la naturaleza de prolegómenos. Pero tanto (5) como (6) pertenecen propiamente a la lógica. Su relación precisa se enuncia pocas veces con claridad, pero, puesto que el método científico es esencialmente lógico, y puesto que la validez del razonamiento depende de su forma, se desprende de ello que estos temas están íntimamente relacionados.

En este capítulo trataremos de indicar la manera como la lógica se ha desarrollado desde la ciencia del pensamiento reflexivo, o razonamiento, hasta la ciencia de la forma.

Para nuestro propósito no es necesario buscar los orígenes de la ciencia de la lógica antes de la época de los sofistas en Grecia. La contribución de los sofistas consiste en su desarrollo del arte de la discusión argumentativa. Es indudable que ellos trataron de instruir más bien que de demostrar, de modo que se contentaron con la persuasión en lugar de la convicción racional. Su punto de partida lo constituyeron las opiniones habituales aceptadas sin crítica y sostenidas sin claridad. Al razonamiento "a partir de opiniones que son generalmente aceptadas", Aristóteles dio el nombre de "dialéctica".[2] Así entendida, la dialéctica es un arte, no una ciencia relativa a los principios. En este arte, como señalamos en el capítulo XXII, sobresalió Sócrates. Pero éste no se contentó con aceptar la opinión habitual, sino que se propuso alcanzar la claridad en lo tocante a las razones por las que había de aceptarse una conclusión dada. De tal suerte, trató de saber *qué* es aquello concerniente a lo cual se extraen las conclusiones. De esta manera, como hemos visto, Sócrates fue llevado a buscar las definiciones que se consideraba expresaban la esencia de lo que se definía. "Era natural —dice Aristóteles— que

[2] *Topica*, libro I, 100*a*, 30.

Sócrates buscara la esencia, pues él trataba de silogizar y la esencia es el punto de partida de los silogismos . . . Pues dos cosas pueden atribuírsele legítimamente a Sócrates: los argumentos inductivos y la definición universal, concernientes ambos al punto de partida de la ciencia." [3] Al atribuir el argumento inductivo a Sócrates, Aristóteles está pensando en el método socrático de seleccionar *casos* de algún universal, tal como la *justicia,* a fin de descubrir qué es exactamente lo que debe estar presente en cada caso del que pueda decirse correctamente que cae dentro de ese universal. Hemos visto que el resultado de esta indagación puede formularse en una definición y puede aplicarse silogísticamente. [4] Así, pues, la definición se concibe como dependiente de una colección de casos de aquello que ha de ser definido. Pero Sócrates señala que un mero conjunto de casos no equivale a una definición. No da respuesta a la pregunta de qué es la *naturaleza* de la cosa. [5] Una vez que la definición ha sido formulada, puede someterse a prueba por medio de su aplicación a casos nuevos, sobre todo aplicándola a casos que parezcan inconsecuentes con la definición. La reflexión sobre tales inconsecuencias puede conducir al descubrimiento de que un conjunto de casos debe distinguirse de otro conjunto aunque ambos puedan ser considerados como casos de algún universal más comprehensivo. Fue de esta manera como Platón se vio llevado a desarrollar los procesos de clasificación y división. Su investigación culminó en la concepción de un sistema ordenado de universales, o "Ideas", cuyas relaciones entre sí no dependen en ningún sentido de su aprehensión por parte del pensador. No es necesario para nosotros indagar la construcción metafísica que Platón basó en esta concepción, ni el problema de la relación de la "Idea" con los casos que la ejemplifican. Para nuestro propósito basta observar la insistencia de Platón en la noción de sistema. Orden y sistema son lo mismo, no importa que estén ejemplificados en un sistema metafísico o en un sistema físico. La metafísica de Platón constituyó un ejemplo de pensamiento reflexivo susceptible de análisis lógico. Platón no reflexionó sobre la estructura lógica de su pensamiento.

[3] *Metafísica,* 1078*b*, 23-30.

[4] Véase p. 484 del presente libro.

[5] *Cf.* el siguiente pasaje característico: "*Sóc.* ¡Qué afortunado soy, Menón! Cuando te pido una virtud, me presentas un enjambre de ellas que están a tu cuidado. Supongamos que llevo más adelante la imagen del enjambre y te pregunto cuál es la naturaleza de la abeja, y tú contestas que hay muchas clases de abejas, y yo replico: Pero, ¿difieren las abejas en cuanto abejas, porque hay muchas y diferentes clases de ellas; o no habrá que distinguirlas más bien por alguna otra cualidad, como por ejemplo la belleza, el tamaño o la forma? ¿Cómo me contestarías? *Men.* Contestaría que las abejas no difieren las unas de las otras en cuanto abejas. *Sóc.* Y supongamos que yo fuera más adelante y dijera: eso es lo que quiero saber, Menón; dime cuál es esa cualidad en la que no difieren, sino que todas son iguales. ¿Podrías contestar? *Men.* Podría." (*Menón,* 72 *b.*)

§ 2. *El desarrollo de la lógica como ciencia de la forma*

Se acostumbra considerar a Aristóteles como el fundador de la lógica. En la medida en que fue el primero en concebir que el pensamiento reflexivo era en sí mismo el asunto de una ciencia especial, puede admitirse que él fundó esa ciencia. Ni Sócrates ni Platón reflexionaron sobre la *forma* de su razonamiento. Aristóteles, por el contrario, como vimos en el capítulo x, estaba consciente de que las proposiciones tienen forma, y de que es su forma lo que tiene importancia en el razonamiento. De consiguiente, se vio llevado a reflexionar sobre proposiciones dadas a fin de determinar su forma. Desgraciadamente, sin embargo, Aristóteles, como vimos en el capítulo xx, tomó como modelo las discusiones argumentativas de Sócrates acerca de las definiciones correctas. Así se vio llevado a concebir el silogismo como la única forma de razonamiento. Es cierto que más adelante investigó la estructura del razonamiento matemático; esta investigación, sin embargo, no se emprendió sino cuando ya él había aceptado tan completamente su propia teoría del silogismo, que hizo encajar por la fuerza el razonamiento matemático dentro de la forma que él reconocía como propia de la inclusión socrática de lo particular bajo lo universal. Es natural que Aristóteles haya sido influido indebidamente por consideraciones lingüísticas y que no haya logrado distinguir claramente entre el análisis gramatical y el análisis lógico. Este defecto debe tomarse en cuenta, pero no es necesario subrayarlo aquí. Sólo nos interesa precisar cómo se vio conducido Aristóteles al descubrimiento de la forma silogística. Para este fin, primero debemos seguir la formulación del silogismo del propio Aristóteles y luego indagar cómo se vio llevado a seleccionar precisamente esa forma.

La *definición del silogismo* de Aristóteles es mucho más general que su tratamiento del razonamiento silogístico. En los *Tópicos* dice: "Ahora bien, el razonamiento es un argumento en el que, una vez establecidas ciertas cosas, algo diferente de éstas acaece necesariamente a través de ellas." [6] Esta definición repite, en efecto, la definición dada en *Analytica priora.* [7] Así *definido,* el razonamiento silogístico equivale a la demostración, de suerte que el silogismo viene a ser simplemente *la forma de la implicación.* Aristóteles, sin embargo, procede a limitar del todo arbitrariamente la *índole* de premisas que pueden ser usadas en un argumento demostrativo. Así, dice: "Es necesario que toda demostración y todo silogismo pruebe que algo pertenece o no, y esto ya sea universalmente o en parte, y además ya sea ostensivamente o hipotéticamente." [8] Esto equivale a la afirmación de que todo silogismo debe ser de la forma sujeto-predicado. Ya hemos visto

[6] 100*a,* 25
[7] Véase p. 103 del presente libro.
[8] *Anal. priora,* 40*b,* 23.

cómo interpretó Aristóteles esta afirmación.[9] Por consiguiente, no es de sorprenderse que la formulación aristotélica del principio fundamental del silogismo haya sido la que ahora se conoce como el *dictum de omni et nullo.* Dice Aristóteles: "Siempre que tres términos están relacionados entre sí de tal modo que el último está contenido en el medio como en un todo, y el medio está contenido en el primero como en un todo o bien excluido de él como de un todo, los extremos deben estar relacionados por un silogismo perfecto. Llamo término medio a aquel que está contenido en otro y contiene a su vez a otro; también en lo tocante a su posición está en el medio. Por extremos entiendo tanto aquel término que está contenido en otro cuanto aquel en que otro está contenido. Si A es predicada acerca de toda B, y B acerca de toda C, A debe ser predicada acerca de toda C... Similarmente también, si A no es predicada acerca de ninguna B, y B acerca de toda C, es necesario que ninguna C sea A."[10] Desde este punto de vista, Aristóteles se vio llevado a limitar las premisas y la conclusión de un silogismo a una o más de las cuatro formas AEIO.[11]

Ahora tenemos que indagar por qué tuvo Aristóteles que restringir el silogismo a esta forma. La respuesta hay que buscarla en el modo de razonamiento que Aristóteles seleccionó para el análisis. Hemos visto que la respuesta a la pregunta sobre qué es lo que determina que una acción sea justa, o valerosa o sagrada, toma la forma de que tal acción es de tal o cual especie. Esto es una afirmación de que tales o cuales características pertenecen a todas las acciones de cierto conjunto de acciones. Se juzga que la acción dada pertenece a este conjunto porque tiene esas características. Vemos, por lo tanto, cómo fue conducido Aristóteles a analizar el silogismo en tres y sólo tres términos conectados por la relación *es*. Pese a su confianza en las formas lingüísticas, Aristóteles advirtió que el número de *palabras* no es pertinente al número de *términos*. Por ejemplo, en "Todos los que son idóneos para gobernar son renuentes a gobernar; este hombre es idóneo para gobernar, por lo tanto es renuente a gobernar", la conclusión es demostrada acerca de la menor a través de la media. Al intentar exhibir la *validez* de tal argumento, Aristóteles se vio llevado a reconocer que el conjunto de palabras que preceden al verbo deben ser *consideradas como un todo*, y asimismo el conjunto de palabras que siguen al verbo. Esto no se debe a que el mismo conjunto de palabras aparezca dos veces (ya sea en ambas premisas o en una premisa y la conclusión), sino a que la conexión afirmada en la conclusión es establecida sólo porque los dos conjuntos de palabras han

[9] Véase p. 104.

[10] *Anal. priora*, 25*b*, 32-26*a*, 1. Se observará que el primer ejemplo de Aristóteles es un silogismo en *Barbara*, y el segundo un silogismo en *Celarent*.

[11] Así pues, la mayor, A, es predicada acerca de todas, o de ninguna, o de algunas, o de no todas de la menor, B. Debe observarse que Aristóteles escribe el término *mayor* primero, puesto que expresa la proposición en la forma "A es predicada acerca de todas las B".

sido relacionados cada uno, *como un todo*, al conjunto de palabras que aparecen en cada premisa. Se desprende de ello que cada conjunto de palabras debe ser simbolizado por *un solo* símbolo, puesto que lo que se simboliza es considerado como una unidad. De tal suerte, el argumento es simbolizado por: Todo B es C, Este A es B; por lo tanto, Este A es C. Así, pues, A, B y C son considerados, cada uno, como un solo término acerca del todo o de la parte respecto de la cual se predica algo. [12] El resultado de este análisis produce las cuatro formas del esquema tradicional.

El descubrimiento del silogismo como una *forma* de razonamiento necesitó el uso de símbolos para *expresar la forma*. Este punto no debe exigir un examen más detenido. [13] Sean cuales fueren los defectos de la lógica de Aristóteles, no puede negarse que su tratamiento del silogismo fue formal. Su error principal no radica en ninguna falta de comprensión de la importancia de la forma, sino en no haber logrado llevar el análisis lo suficientemente lejos. De tal suerte, Aristóteles no intentó simbolizar la *relación* que conecta los términos de una proposición; en consecuencia, no comprendió que el silogismo subsuntivo es sólo *una* forma de razonamiento demostrativo y que su validez depende de las propiedades formales de las relaciones que entran en el razonamiento. De haberlo hecho así, difícilmente habría dejado de reconocer que la forma proposicional *Todo S es P* es diferente de la forma proposicional *Este S es P*. Reconocer esta distinción es admitir que *Todo S es P* no es una proposición simple. Es de lamentar que Aristóteles no intentara analizar el método de las matemáticas antes de haber desarrollado su teoría del silogismo. De haberlo hecho así, podría haber llegado al descubrimiento de la variable lógica. Su gran mérito consiste en haber generalizado una forma común de razonamiento exhibiéndola en forma simbólica. Existe cierto fundamento para la concepción de Leibniz de que el silogismo "es como una matemática universal". [14] Pero no le fue dado a Aristóteles aprehenderlo desde este punto de vista. [15]

[12] Debe observarse que Aristóteles llegó a este simbolismo partiendo de un análisis de todo el argumento. Si hubiese intentado analizar una oración que expresara una definición, es sumamente improbable que la hubiese analizado en *dos* términos conectados por el verbo *ser*. Una oración como "Todo acto justo tiene tales y cuales características" sería simbolizada naturalmente por "AX es BCD". Es en la utilización de "AX es BCD" como una premisa en un silogismo que "AX" y "BCD" deben ser tomados como todos únicos.

[13] Véanse capítulo VI, § 6; capítulo X, § 1 del presente libro.

[14] *New essays on the human understanding*, libro IV, capítulo XVII, § 9.

[15] Las obras lógicas de Aristóteles han sido agrupadas por sus sucesores bajo el título de *Organon* ("el Instrumento"). Las obras son: (1) *Las categorías*, que trata de los nombres para las ideas fundamentales que están implicadas en todo pensamiento; (2) *De interpretatione*, que trata principalmente de la estructura del pensamiento tal como la revela el lenguaje; (3) *Analytica priora*; (4) *Analytica posteriora*. Las últimas dos examinan la naturaleza de la demostración y de la inducción, consideradas como medios de

Antes de considerar el intento de Leibniz de desarrollar una matemática universal, debemos referirnos brevemente a la concepción aristotélica del razonamiento matemático. En la *Analytica posteriora*, donde examina este asunto, dice Aristóteles: "Toda instrucción dada o recibida por medio de la argumentación procede de un conocimiento preexistente. Esto se hace evidente cuando revisamos todas las especies de tal instrucción. Las ciencias matemáticas y todas las otras disciplinas especulativas se adquieren de esta manera; asimismo las dos formas del razonamiento dialéctico: la silogística y la inductiva, pues cada una de estas últimas hace uso de conocimientos viejos para impartir conocimientos nuevos, el silogismo suponiendo un auditorio que acepta las premisas, y la inducción exhibiendo el universal como implícito en el particular claramente conocido." [16] Este pasaje muestra con claridad el importante lugar que asigna Aristóteles a las premisas indemostrables a partir de las cuales comienza toda demostración. Él afirma constantemente que las premisas deben ser "mejor conocidas" que la conclusión y "previas" a ella. Si no fuesen mejor conocidas, la conclusión no sería demostrada; si no fuesen previas, el razonamiento sería circular. Estas premisas previas pueden ser dadas (1) por medio de definiciones que establecen el significado de las palabras o expresan la esencia de aquello que las palabras denotan; (2) por medio de supuestos acerca de la existencia de los géneros y las especies; (3) por medio de proposiciones que son inmediatamente evidentes y que deben ser conocidas a fin de que cualquier otra cosa sea conocida. Estas últimas se llaman axiomas (ἀξιώματα). [17] Las concepciones de Aristóteles acerca de la función de la definición en las matemáticas no son perfectamente claras. Por una parte, afirma que "la definición es acerca de la naturaleza o el ser esencial de algo, y todas las demostraciones evidentemente proponen o suponen la naturaleza esencial: las demostraciones matemáticas, por ejemplo, la naturaleza de la unidad y lo impar, y todas las otras ciencias de manera similar"; [18] por otra parte, mantiene que las definiciones no afirman si las cosas definidas existen o no. [19] Es claro, sin embargo, que Aristóteles reconoció la estrecha relación entre las definiciones y los axiomas de un sistema matemático y vio que tanto las unas como los otros eran necesarios para la demostración. Su análisis del razonamiento matemático se basaba en el supuesto, que compartía con Platón, de que hay objetos inteligibles (o *Ideas*) que las palabras representan y que son los objetos de la definición. Esta teoría es conocida con el nombre de realismo lógico. Aristóteles, por consiguiente, sostenía que

derivar principios generales. (5) Los *Sophistici elenchi*, que tratan de la refutación de las falacias sofísticas; (6) Los *Topica*, que tratan de la argumentación dialéctica.

[16] *Anal. post.*, 71*a*, 1-7.

[17] *Ibid.*, libro I, capítulo II. *Cf.* libro I, capítulo XXXII.

[18] *Ibid.*, 90*b*, 30.

[19] *Ibid.*, 72*a*, 23.

es absurdo suponer que las definiciones son meramente afirmaciones del significado de los nombres.[20] Tal definición sería lo que ahora se llama definición nominal, mientras que la concepción de Aristóteles es la de que todas las definiciones son *reales*.

El desarrollo de la generalización de la lógica está íntimamente relacionado con la distinción entre la definición real y la definición nominal. Si todas las definiciones son reales, entonces los objetos a los que se refieren las definiciones deben ser dados por la intuición en el caso de aquellas definiciones que forman la base de un sistema deductivo. Ésta fue, indudablemente, la concepción de Euclides; ella explica la creencia de que los axiomas son *necesariamente verdaderos*, puesto que se afirma que están relacionados con objetos que son dados.[21] Esta concepción fue criticada por Leibniz, quien reconoció que las definiciones son similares a la expresión de una cantidad por medio de una fórmula algebraica.[22] Leibniz se vio llevado así a rechazar la concepción aristotélica de la definición como indicativa de un objeto que nos es *dado*, y a reconocer el papel que desempeña la definición en los sistemas deductivos. Así, dice: "Las proposiciones, en toda ciencia, o bien son principios o bien son conclusiones. Los *principios* o bien son definiciones, o bien son axiomas, o bien son hipótesis." Se dice que los axiomas son "proposiciones que todo el mundo considera evidentes y que, al ser examinadas más cuidadosamente, muestran ser derivadas de las definiciones".[23] Leibniz insistió en que los axiomas deben ser demostrados, pues dice: "Estoy convencido de que, para la perfección de las ciencias, ciertas proposiciones llamadas axiomas deben ser demostradas, así como Apolonio ciertamente se tomó el trabajo de demostrar algunas de aquellas que Euclides dio por sentadas sin demostración."[24] Leibniz consideraba que sólo aquellas proposiciones que son proposiciones idénticas, tales como "A es A", eran indemostrables. La reducción de los axiomas a proposiciones que eran idénticas o que eran consecuencias inmediatas de definiciones, estaba relacionada con la concepción leibniziana de una *Characteristica Universalis*. Leibniz señaló que, mientras el idioma ordinario imita en el papel palabras que representan objetos, los ideogramas chinos y los jeroglíficos egipcios representan directamente los objetos mismos. La *Characteristica Universalis* es un idioma ideográfico cada uno de cuyos caracteres o signos representa directamente

[20] *Ibid.*, 92*b*, 25-35.

[21] La distinción entre la definición *real* y la *nominal* fue reconocida por GUILLERMO DE OCCAM (*Summa totius logicæ*, Oxford, 1675, libro I, § 26) y por PASCAL (*Pensées*) y por los autores de la *Lógica de Port Royal* (libro I, capítulo XII, libro IV, capítulo V).

[22] Leibniz (1646-1716) consideró una definición *real* como un análisis de un concepto complejo que es *posible*, mientras que una definición *nominal* enuncia las características de algo sin mostrar que lo que es definido es posible.

[23] *Opuscules et fragments inédits de Leibniz* (ed. Couturat), p. 32.

[24] *Ibid.*, pp. 181-182.

un concepto simple. Tal carácter o signo lo llama Leibniz una "característica real" que podrían entender las personas que usan diferentes idiomas. Leibniz advirtió que tal característica universal sería un lenguaje simbólico con la propiedad de ser tratado como un cálculo del razonamiento, como un álgebra. Leibniz consideró que los caracteres o signos constituirían un "Alfabeto del pensamiento humano" correspondiente a todas las ideas simples posibles; estas ideas simples serían conceptos primitivos a partir de los cuales podrían construirse conceptos complejos por medio de reglas de combinación. A este proceso de construir conceptos complejos dio Leibniz el nombre de "arte de la combinación", que es un cálculo del razonamiento. De tal suerte, Leibniz concibió tanto la posibilidad de un cálculo del razonamiento como la posibilidad de una matemática universal, que ha dado lugar a la lógica matemática.[25] Leibniz vio claramente que una matemática universal debía fundarse sobre unos cuantos conceptos primitivos arbitrariamente simbolizados; que deben introducirse nuevos conceptos mediante la sustitución de un solo símbolo en lugar del complejo de símbolos definidores; y, finalmente, que estos símbolos deben ser precisos, exactos y universales. Su proyecto difería en dos aspectos importantes de las concepciones actuales de la lógica matemática. En primer lugar, él no alcanzó a comprender que las *relaciones* implicadas deben ser analizadas. En segundo lugar, él supuso que los conceptos primitivos serían necesariamente el resultado de un análisis correcto, puesto que habrían de ser dados por medio del alfabeto del pensamiento humano. Esto es un error. Los conceptos primitivos de un sistema deductivo, como hemos visto, no son *dados*; son, en cierta medida cuando menos, arbitrariamente seleccionados; en consecuencia, son posibles muchos sistemas deductivos diferentes.

Leibniz no publicó sus investigaciones sobre estos tópicos, de modo que su trabajo no ha afectado el desarrollo subsecuente de la lógica matemática. Este desarrollo siguió dos líneas principales, la una de acuerdo con el proyecto leibniziano de un cálculo del razonamiento, la otra de acuerdo con su concepción de una matemática universal. Cada uno de estos desarrollos debe ser considerado brevemente.

El desarrollo de un cálculo del razonamiento conduce directamente a la concepción de un sistema simbólico cuya significación está determinada por reglas de combinación y es, así, independiente de cualquier interpretación del sistema. Desde este punto de vista, la lógica simbólica viene a ser el estudio de tipos especiales de sistemas deductivos; implica la investigación de diversas álgebras de la lógica. Los fundamentos de la lógica simbólica fueron establecidos por George Boole.[26] En un pasaje importante, dice Boole: "Aquellos que están familiarizados con el estado actual de la teoría del álgebra simbólica

[25] Véase *New essays on human understanding*, libro I, capítulo II, § 22.

[26] BOOLE (1815-1864). Sus obras principales son: *The mathematical analysis of logic* y *The laws of thought*. Véase también "The calculus of logic" en el *Cambridge Mathematical Journal*, 1848.

están conscientes de que la validez de los procesos del análisis no depende de la interpretación de los símbolos que se emplean, sino únicamente de las leyes de su combinación. Todo sistema de interpretación que no afecte la verdad de las relaciones supuestas es igualmente admisible, y es así como el mismo proceso puede, bajo un esquema de interpretación, representar la solución de un problema sobre las propiedades del número, bajo otro esquema puede representar la solución de un problema geométrico, y bajo un tercer esquema puede representar la solución de un problema de óptica".[27] Reconociendo que el lenguaje ordinario no es un medio perfecto para la expresión del pensamiento, Boole intentó crear un lenguaje simbólico adecuado para expresar exactamente lo que él llamó las "leyes del pensamiento". Se equivocaba, sin embargo, al suponer que estaba tratando ecerca del *pensamiento;* lo que él se proponía expresar eran *principios lógicos* puros. Así construyó una lógica simbólica; no ofreció un análisis del pensamiento. Subrayó el hecho de que los elementos del lenguaje son *signos.* Ahora bien, los signos son marcas arbitrarias a las cuales se les asignan interpretaciones fijas; los signos son susceptibles de combinación de acuerdo con reglas fijas que bastan para determinar la significación de la combinación. Boole consideró que estos signos eran de tres clases, a saber, (1) símbolos literales, x, y . . . que representan los objetos de nuestras concepciones; (2) signos de operación, tales como $+$, $-$, $\times$, por medio de los cuales los signos literales son combinados en afirmaciones significativas; (3) el signo de identidad, $=$, que Boole consideraba la relación fundamental.

El contemporáneo de Boole, Augustos de Morgan,[28] comenzó un análisis concienzudo de las *relaciones* y las *operaciones.* Este trabajo fue sumamente importante. De Morgan usó un simbolismo mucho menos adaptado a las necesidades de un cálculo que el simbolismo algebraico de Boole, de modo que en cierta medida queda al margen de la línea principal de desarrollo. Con el trabajo del filósofo norteamericano C. S. Peirce[29] se efectuó un avance considerable. El profesor C. I. Lewis dice, refiriéndose a Peirce, que sus contribuciones a la lógica simbólica "son más numerosas y variadas que las de cualquier otro autor, cuando menos en el siglo XIX. Él supo cómo aprovechar el trabajo de sus predecesores, Boole y De Morgan, y cons-

[27] *The mathematical analysis of logic* (1847), p. 3.

[28] De Morgan (1806-1878) escribió muchas monografías sobre lógica matemática (véase la Bibliografía). También hizo contribuciones importantes a este tema en su *Formal logic* (1847) y en *Syllabus of a proposed system of logic* (1860).

[29] Charles Sanders Peirce (1839-1914). Los trabajos de Peirce fueron publicados en varias revistas que no son fácilmente accesibles para los estudiantes ingleses, y por eso durante algún tiempo su obra fue poco conocida en Inglaterra. Muchos de sus trabajos no fueron publicados en vida del autor; éste dejó enormes masas de fragmentos que la Universidad de Harvard está publicando actualmente (véase la Bibliografía).

truyó sobre sus cimientos y prefiguró los procedimientos más importantes de sus sucesores, aun cuando no los elaboró por sí mismo. Una y otra vez, uno encuentra en los escritos de Peirce la clave de los desarrollos más recientes." [30] El profesor Lewis señala que estas contribuciones caen dentro de tres secciones. (1) Peirce distinguió las relaciones (tales como la multiplicación en el álgebra de Boole) que son características de las clases lógicas, de las relaciones (tales como la sustracción y la división) que están más íntimamente relacionadas con las operaciones aritméticas, efectuando así un considerable mejoramiento del álgebra booleana. (2) Peirce utilizó el trabajo de De Morgan para hacer más preciso y más propiamente matemático el tratamiento de las relaciones y los términos relativos. Fue el primero en establecer el método de tratar las proposiciones particulares tradicionales como *sumas*, y las proposiciones universales como *productos*, de proposiciones que contienen variables. Así estableció el fundamento para la concepción de la *implicación formal* de Russell. (3) Finalmente, Peirce "concibió la lógica simbólica como la ciencia de la forma matemática en general". En este aspecto siguió a Leibniz.

Puede decirse que Boole, De Morgan y C. S. Peirce establecieron los lineamientos de la investigación subsecuente en la lógica simbólica. Su trabajo fue continuado por Ernst Schroeder, [31] la doctora Christine Ladd-Franklin y Hugh MacColl. [32] El desarrollo más elaborado del sistema de Boole se debe a Schroeder, cuyo trabajo fue una continuación de la concepción leibniziana de un cálculo del razonamiento en la forma de un álgebra de la lógica. Una exposición resumida de tal cálculo carece de valor; el estudiante interesado debe consultar la propia obra de Schroeder.

La segunda línea de desarrollo tuvo que ver con la construcción de un sistema deductivo que debería ser una "matemática universal", tal como la que Leibniz soñó pero no elaboró en detalle. Pero, en tal construcción, la elaboración detallada paso a paso es totalmente importante. Esta tarea ha ocupado la atención de los lógicos sólo durante los últimos cincuenta años. El descubrimiento de sistemas de geometría no-euclidianos había hecho claro que los axiomas de un sistema geométrico son independientes de las intuiciones espaciales. Éste es un descubrimiento de la mayor importancia. En el capítulo x vimos que el reconocimiento de la naturaleza de los axiomas condujo a un análisis más riguroso de los conceptos fundamentales; este aná-

[30] *A survey of symbolic logic*, p. 79. El estudiante interesado en el desarrollo histórico de la lógica simbólica no puede hacer nada mejor que consultar el libro del profesor Lewis.

[31] Véanse *Vorlesungen über die Algebra der Logik* (3 volúmenes publicados entre 1890-1895); *Der Operationskreis des Logikkalkulus* (1877); *Abriss der Algebra der Logik*, editado por E. Muller.

[32] C. LADD-FRANKLIN, "On the Algebra of Logic", *Studies in Logic*, Johns Hopkins University, 1887; H. MACCOLL, *Symbolic Logic and its Applications*, Londres, 1906.

lisis tiene como resultado el hacer explícitos todos los supuestos implicados en la construcción de un sistema deductivo dado. Los fundamentos de este método de análisis fueron establecidos por Frege.[33] Puesto que el propósito de Frege no fue el de desarrollar un cálculo por medio del cual los problemas lógicos pudiesen ser resueltos con rapidez y exactitud de una manera cuasi mecánica, sino el de analizar las relaciones lógicas que están implicadas en la aritmética, encontró que era necesario inventar símbolos no-algebraicos. Para sus fines, era necesario subrayar las *diferencias*, y no las analogías, entre las relaciones lógicas y las operaciones de las matemáticas ordinarias. Frege mostró cómo podría desarrollarse la aritmética a partir de premisas puramente lógicas. Su método consistía en mostrar cómo las concepciones fundamentales de las matemáticas son susceptibles de ser definidas en términos de relaciones que entran en cualquier proceso complicado de razonamiento. En esta forma intentó lograr la completa independencia de los sistemas deductivos respecto del proceso de contar o de las intuiciones de las relaciones espaciales. El simbolismo de Frege, sin embargo, era tan innecesariamente complicado y difícil que el trabajo de éste pasó inadvertido, tanto así que buena parte de tal trabajo tuvo que hacerse de nuevo. El intento de completar el análisis de Frege lo han realizado Peano, Bertrand Russell y A. N. Whitehead. Peano[34] efectuó un avance útil al inventar símbolos para las relaciones lógicas que eran de una forma diferente de la de los símbolos algebraicos ordinarios para las operaciones, pero los cuales, a diferencia de los de Frege, eran fácilmente aprehendidos. Puede parecer extraño que la invención de una *forma* pueda tener consecuencias importantes para el análisis, pero ya hemos observado que una buena notación es una ayuda para el pensamiento claro. Si usamos los *mismos* símbolos para significar *diferentes* relaciones es probable que nos confundamos y dejemos de notar diferencias importantes. Entre los muchos servicios que Peano prestó a la lógica matemática, el de haber suministrado un simbolismo adecuado a los propósitos para los que había de ser usado no fue ciertamente el menos importante. El trabajo de Frege y Peano ha sido continuado por Whitehead y Russell en su gran obra *Principia mathematica*. Esta reseña del desarrollo de la ciencia de la lógica bien podría concluir con una breve consideración de los objetivos y los logros de esta obra.

El problema principal de *Principia mathematica* consiste en *probar* que las matemáticas puras no son otra cosa que una extensión de la lógica formal. Ya hemos visto[35] que Peano pudo mostrar que la aritmética puede reducirse a la aritmética de los números naturales

[33] FREGE (1848-1925). *Die Grundlagen der Arithmetik, eine logisch-mathematische Untersuchung über den Begriff der Zahl* (1884); *Grundgesetze der Arithmetik* (2 vols., 1893-1903).

[34] Peano publicó *Formulaire de mathématique* en intervalos de 1895 a 1908.

[35] Véase el capítulo x, § 5.

—es decir, los números enteros positivos— y que la totalidad de la aritmética puede deducirse de los tres conceptos primitivos: *cero, número, sucedor de.* Se plantea entonces el problema de qué es un número entero positivo. El problema es si los números enteros positivos pueden analizarse en términos puramente lógicos o si implican una referencia a algo que no puede reducirse a la lógica.[36] Russell mostró que tal análisis es posible. En la Introducción a *Principia mathematica* los autores afirman haber sido guiados por tres propósitos diferentes. Éstos son: (1) efectuar el mayor análisis posible de los conceptos de las matemáticas y de los procesos de la demostración matemática;[37] (2) expresar las proposiciones matemáticas en la notación más conveniente a fin de asegurar la expresión más precisa; (3) desarrollar un sistema "especialmente construido para resolver las paradojas que, en años recientes, han preocupado a los estudiantes de la lógica simbólica y de la teoría de los agregados". Podemos decir desde ahora que este tercer objetivo no se ha alcanzado sino de manera muy imperfecta. Estos tres objetivos son considerados por los autores como subsidiarios del propósito principal de *probar* que las matemáticas puras son derivables de la lógica pura. Debemos observar exactamente qué es lo que ellos se proponen probar. Ellos *no* se proponen probar ningún teorema matemático *dado*; intentan probar que *cualquier* teorema tal *se desprende de* principios puramente lógicos y que esta prueba no requiere *nada sino principios puramente lógicos*. Para probar esto, los autores hallaron que era necesario, *en primer lugar,* analizar los conceptos utilizados, y *en segundo lugar,* hacer explícitos los axiomas implicados en la exhibición de la correlación de estos conceptos. Encontraron que era necesario formular explícitamente los principios lógicos implicados, y, al hacerlo así, tuvieron que *usar* principios lógicos. Este procedimiento parece ser circular; en cierto sentido lo es, pero la circularidad no es necesariamente viciosa. Hay, sin embargo, razones para suponer que Whitehead y Russell se propusieron efectuar un análisis que no implicaba ninguna clase de circularidad. Esto significaría que las proposiciones primitivas del sistema exhibido en *Principia mathematica* deben ser consideradas como propiamente *primitivas,* más bien que como proposiciones *indemostradas.*[38] Si admitimos que este procedimiento es correcto, entonces podemos considerar que Whitehead y Russell han logrado, aparte ciertas máculas, su propósito principal, o sea establecer la derivación de las matemáticas puras, por medio de un procedimiento que se desarrolla paso a paso, a partir de los principios de la lógica pura.

Peano había advertido ya claramente que lo fundamental en las matemáticas es la deducción a partir de funciones proposicionales,

[36] *Cf.* el famoso dicho de Kronecker: "Die ganzen Zahlen hat Gott gemacht; alles anderes ist Menchenwerk". (Los números enteros los ha hecho Dios; todo lo demás es obra del hombre.)

[37] Véase p. 207 del presente libro.

[38] Véase el Apéndice C.

es decir, a partir de expresiones que implican variables. La generalización del concepto de la *variable* y de la *implicación entre funciones proposicionales* conduce a la generalización de la lógica cuyo propósito es alcanzar el ideal de la forma pura. La aproximación más cercana a este ideal está contenida en el sistema de *Principia mathematica*, pero no está completamente realizado.[39] El trabajo de Ludwig Wittgenstein y F. P. Ramsey condujo a ciertos cambios radicales en las concepciones de Russell, cambios que están expresados en la Introducción y los Apéndices de la segunda edición del primer volumen de *Principia mathematica*.[40]

Es importante observar que el desarrollo de la lógica como la ciencia de la forma pura se ha efectuado a partir de un análisis del aspecto lógico del pensamiento reflexivo. Tuvo su origen, como hemos visto, en el intento aristotélico de exhibir la forma de la demostración. El análisis de Aristóteles, lamentablemente, estuvo limitado a una sola forma, no susceptible de ser desarrollada en un sistema. Los progresos recientes en este campo se han logrado por medio del análisis del razonamiento matemático. Este análisis muestra que cuando *todos* los supuestos se hacen explícitos, la demostración es independiente de cualquier tema o asunto derivado de la experiencia. Se desprende de ello que ninguna proposición concerniente a cuestiones de hecho (es decir, proposiciones relativas a la experiencia) *podría* ser demostrada. La demostración, como tal, es puramente formal; por lo tanto, la *validez* del razonamiento acerca de cualquier cuestión de hecho depende totalmente de las propiedades *formales* de los objetos que entran en el razonamiento. Hay una diferencia fundamental entre la inferencia por medio de principios lógicos a partir de cuestiones de hecho *afirmadas*, y la inferencia por medio de principios lógicos a partir de proposiciones puramente lógicas. Estas últimas no pueden ser *afirmadas* en el mismo sentido que una proposición concerniente a una cuestión de hecho. Así, pues, podemos decir que no *afirmamos* la verdad de las matemáticas; afirmamos la validez de la estructura lógica que exhibe el sistema de las proposiciones matemáticas.[41] La lógica generalizada es, en otras palabras, puramente formal.

§ 3. *El desarrollo de la concepción del método científico*

El desarrollo de la ciencia de la lógica, esbozado en el párrafo anterior, termina en la concepción de los sistemas deductivos abstractos —estructuras formales— que deben ser *interpretados* si es que ha de

[39] Véanse pp. 518-22 del presente libro.

[40] Para un examen de estas concepciones, véase F. P. Ramsey, *The foundations of mathematics*.

[41] Véase p. 207 del presente libro. Es por esta razón que las matemáticas no pueden considerarse como un sistema de *proposiciones verdaderas*; son una estructura.

usárseles con el propósito de obtener conocimientos acerca del mundo. Las otras ciencias diferentes de las matemáticas puras tienen que ver con el descubrimiento de generalizaciones acerca de lo que sucede y con el establecimiento de teorías comprehensibles susceptibles de ser sometidas a prueba mediante el recurso de la observación experimental. El análisis lógico del método mediante el cual se obtienen tales generalizaciones y teorías constituye la teoría del método científico. Desde el punto de vista lógico, el examen del método científico tiene que ver con dos problemas muy diferentes: (1) el análisis del método científico, (2) la justificación lógica de sus pretensiones de establecer afirmaciones verdaderas. Estos dos problemas han sido examinados respectivamente en los capítulos XIII-XIX y en el XXI. Aquí sólo es posible indicar muy brevemente la manera como se ha desarrollado la concepción de la forma del método científico desde la época de Bacon [42] y Galileo hasta nuestros días, y señalar cómo ha afectado este desarrollo la enunciación del segundo problema.

La teoría del método científico se describe algunas veces como "lógica inductiva". Esta descripción, sin embargo, es errónea. Tanto el razonamiento inductivo como el deductivo están implicados en el método científico. La oposición corriente entre inducción y deducción no es clara. Mill definió la "inducción" como la "operación de descubrir y probar proposiciones generales". [43] Éste es un empleo desafortunado de la palabra "inducción", puesto que ninguna proposición puede ser *probada* por medio del *razonamiento inductivo,* y las proposiciones generales pueden ser descubiertas por medio de la inferencia deductiva. Tampoco es correcto considerar la inducción como el método de *descubrir* proposiciones generales, y la deducción como el método de *exhibir* este descubrimiento. La concepción tradicional de que la deducción es inferencia de proposiciones universales a proposiciones particulares, es igualmente errónea. Ninguna inferencia a una proposición particular es válida a menos que haya una proposición particular entre las premisas. La inferencia inductiva es esencialmente generalización a partir de casos particulares; por lo tanto, la inferencia inductiva pertenece a las etapas más tempranas de una indagación científica. La confusa concepción de la naturaleza de la inducción que sustentaba Mill se debía al fundamental empirismo de éste. Mill creía que no sólo los axiomas de la geometría, sino también todo "axioma", podía ser establecido válidamente como indudable sobre la base de observaciones particulares. Por lo tanto, según su concepción, aun el razonamiento silogístico es una forma de inducción. [44]

[42] Bacon vivió de 1560 a 1626.

[43] *Logic,* libro III, capítulo I, § 1. Mill también define la Inducción como "aquella operación de la mente por medio de la cual inferimos que lo que sabemos que es verdadero en uno o más casos, será también verdadero en todos los casos que se parezcan al primero en ciertos aspectos asignables" (capítulo II, § 1).

[44] Véase el capítulo XIV, § 3, del presente libro.

No debemos oponer la inducción a la deducción; la oposición apropiada es entre la inferencia demostrativa y la inferencia problemática. Esta distinción la ha señalado W. E. Johnson, quien sostiene que hay una forma de inducción demostrativa y que los métodos de Mill, cuando son correctamente interpretados y re-enunciados, son de este tipo. [45] El doctor Broad ha elaborado las formas que puede asumir la inducción demostrativa y ha mostrado claramente los supuestos sobre los cuales ésta se basa. [46] Es claro que la inducción demostrativa no es capaz de producir conclusiones que sean ciertas. Como dice el doctor Broad: "En todos los casos que probablemente tengamos que considerar, la premisa mayor de una inducción demostrativa descansa en última instancia sobre una inducción problemática. En todos los casos de este tipo sólo tendrá cierto grado de probabilidad. En consecuencia, aunque las conclusiones de la inducción demostrativa sí se desprenden necesariamente de sus premisas, sólo son probables porque una sola cuando menos de las premisas es probable." Mill ciertamente se habría negado a admitir esto, puesto que, según su concepción, estas premisas mayores serían proporcionadas por leyes causales que él consideraba capaces de ser establecidas con certeza. Mill se hallaba inconmensurablemente lejos de comprender la naturaleza de la oposición que establece Johnson entre la inferencia demostrativa y la inferencia problemática.

Bacon, que ha sido considerado frecuentemente como "el padre de la lógica moderna", insistió en la oposición entre la inducción y la deducción como modos antitéticos de establecer proposiciones generales. La concepción baconiana del método científico es, sin embargo, singularmente defectuosa. Su concepción queda claramente indicada en cuatro *Aforismos* en el libro I del *Novum organon*:

Afor. I. "El hombre, siendo el servidor e intérprete de la Naturaleza, sólo puede hacer y comprender cuanto haya observado en realidad o en pensamiento acerca del curso de la naturaleza; más allá de esto, ni sabe nada ni puede hacer nada."

Afor. XIX. "Hay y puede haber sólo dos maneras de buscar y descubrir la verdad. La una vuela de los sentidos y los particulares a los axiomas más generales, y de estos principios, cuya verdad considera establecida e inconmovible, procede al juicio y al descubrimiento de los axiomas medios. Ésta es la manera que está de moda ahora. La otra manera deriva axiomas a partir de los sentidos y los particulares, elevándose por medio de un ascenso gradual y continuo, de modo que llega en último término a los axiomas más generales. Ésta es la manera verdadera, pero todavía nadie la ha usado."

[45] *W. E. J.*, parte II, capítulos X y XI.

[46] *Mind*, N. S., 155, 156. En estos dos artículos, el doctor Broad da una explicación completa y muy clara de los principios de la inducción demostrativa, a la cual debe referirse el estudiante interesado en una exposición más pormenorizada.

Afor. XXII. "Ambas maneras parten de los sentidos y los particulares, y descansan en las generalidades más altas; pero la diferencia entre ellas es infinita. Pues la una sólo ojea de pasada al experimento y a los particulares, y la otra habita debida y ordenadamente entre ellos. La una, asimismo, comienza inmediatamente por establecer ciertas generalidades abstractas e inútiles, la otra se eleva por pasos graduales hasta llegar a aquello que es precedente y mejor conocido en el orden de la naturaleza."

Afor. XXVI. "Las conclusiones de la razón humana, tal como se aplican ordinariamente en materia de la naturaleza, las llamo yo, en bien de la distinción, *Anticipaciones de la naturaleza* (como una cosa precipitada y prematura). Aquella razón extraída de los hechos por medio de un proceso justo y metódico, la llamo *Interpretación de la naturaleza.*" [47]

Estos pasajes expresan la desconfianza que le tenía Bacon a la hipótesis como anticipaciones de la naturaleza. Bacon no logró ver en absoluto que la observación experimental debe estar guiada y controlada por la hipótesis. [48] Esta incapacidad de aprehender la importancia de la hipótesis se debía, en parte, a su reacción contra la excesiva confianza en el razonamiento silogístico basado en premisas que se suponían, demasiado precipitadamente, "verdades inconmovibles", y, en parte, al hecho de que Bacon subestimaba enormemente la complejidad de la naturaleza. No hay duda de que tenía razón en la importancia del experimento, pues, como hemos visto, las teorías científicas se basan en hechos observables y vuelven sobre ellos. También tenía razón en su insistencia en que las teorías deben ser sometidas a prueba volviendo a "descender" a los particulares. Pero fue un error suponer que las teorías pueden ser "leídas" a partir de una colección de hechos. Esto, sin embargo, fue exactamente lo que supuso Bacon. Él creía que la tarea de la ciencia consistía en descubrir lo que él llamaba "Formas". En el libro II, Afor. IV, dice:

"Pues la Forma de una naturaleza es tal que, dada la Forma, la naturaleza invariablemente se desprende de ella. Por lo tanto, siempre está presente cuando la naturaleza está presente, y universalmente la implica, y es constantemente inherente a ella. Asimismo, la Forma es tal que, si es eliminada, la naturaleza infaliblemente desaparece. Por lo tanto, siempre está ausente cuando la naturaleza está ausente, e implica su ausencia, y no es inherente a nada más. Por último, la verdadera Forma es tal que deduce la naturaleza dada a partir de alguna fuente de ser que es inherente a más naturalezas y la cual es mejor conocida en el orden natural de las cosas que en la Forma misma. Así, pues, para un verdadero y perfecto axioma del conocimiento, la dirección y el precepto serán: que se descubra otra naturaleza que

[47] Traducción inglesa de Ellis y Spedding.
[48] *Cf.* libro I, *Afor.* CIV.

sea convertible con la naturaleza dada y sin embargo sea una limitación de una naturaleza más general, como un género verdadero y real." [49]

Forma, para Bacon, parece significar lo que es realmente una cosa dada, y él concebía que esto siempre sería "una limitación de una naturaleza más general", es decir, una especie de una naturaleza más genérica. Por ejemplo, el *calor* es una especie del movimiento, y el *color* es otra especie; por lo tanto, la *forma del calor* y la *forma del color* serán limitaciones de la misma naturaleza general. Para descubrir estas Formas, la inducción por enumeración simple es inútil. Es necesario formular tres "tablas de investigación" de la siguiente manera: (1) *tabla de esencia y presencia*, que contenga todos los casos conocidos en que la naturaleza simple está presente; (2) *tabla de ausencia*, que contenga los casos correspondientes a los que se encuentran en la primera tabla, excepto que la naturaleza simple está ausente; (3) *tabla de grados*, que contenga los casos en que la naturaleza simple está presente en diversos grados. Por medio de la comparación con estas tablas, se puede excluir aquello que no es la Forma. Lo que queda es la Forma. Bacon estaba plenamente consciente de la dificultad de este método de exclusión. Así, escribió: "En el proceso de exclusión se establecen los fundamentos de la verdadera Inducción, que sin embargo no es completa mientras no llegue a una afirmativa. Tampoco es completa en modo alguno la propia parte exclusiva, ni es posible ciertamente que lo sea al principio, pues la exclusión es evidentemente el rechazo de las naturalezas simples; si todavía no poseemos nociones correctas y verdaderas de las naturalezas simples, ¿cómo podemos hacer que el proceso de exclusión sea exacto?" [50] Bacon sugirió varios recursos para fortalecer el método de exclusión mediante el uso de lo que él llama "casos prerrogativos", que no podemos, sin embargo, examinar aquí. Aun cuando Bacon reconoció la dificultad de llevar a cabo satisfactoriamente una investigación de acuerdo con las tres tablas a causa de nuestro conocimiento insuficiente de las naturalezas simples, nunca se le ocurrió suponer que el método mismo es inadecuado. Este carácter inadecuado se debe al hecho de que Bacon no logró aprender la importancia de la hipótesis y de la deducción matemática en la investigación científica. Como señala J. M. Keynes, "el gran logro de Bacon, en la historia de la teoría lógica, consiste en que fue el primer lógico que reconoció la importancia de la analogía metódica para la argumentación científica y la dependencia de la mayoría de las conclusiones bien establecidas respecto de ella. El *Novum organum* tiene que ver principalmente con la explicación de las maneras metodológicas de aumentar lo que yo he llamado las analogías positivas y nega-

[49] *Cf.* C. D. Broad, *The philosophy of Francis Bacon*, p. 33.
[50] *Nov. org.*, libro II, *Afor.* XIX.

tivas y de evitar las analogías falsas." [51] Hemos visto ya la importancia de la analogía para la investigación inductiva y la necesidad de prescindir, hasta donde sea posible, de la inducción pura. Hemos visto además que este proceso es el comienzo, pero no, como suponía Bacon, el fin de la indagación científica.

Puede considerarse, en más de un aspecto, que Mill continuó el trabajo de Bacon. El parecido entre las tres tablas de Bacon y el método conjunto de concordancia y diferencia, y el método de variaciones concomitantes de Mill, es obvio. La enunciación baconiana de estos métodos está libre, ciertamente, de algunos de los defectos que afean la formulación que hizo Mill de sus Cánones. Ambos concuerdan en poner poca confianza en la enumeración simple y en insistir en la importancia de eliminar lo que no es la Forma o no es la causa. No cabe duda de que un paso importante en la investigación científica consiste en la delimitación de la variedad de causas posibles. Si no sabemos qué *clase* de causa podría ser efectiva en una situación dada, no podemos formular las preguntas correctas. Una investigación experimental dada podría no tener otra finalidad que la de determinar si una causa posible es, en este caso, una causa real. Mill, empero, prestó demasiada atención a esta etapa de la investigación. Ni él ni Bacon alcanzaron a comprender la importancia de la hipótesis, aunque Mill criticó a Bacon por "no dejar espacio para el descubrimiento de nuevos principios por medio de la deducción en modo alguno".[52] La crítica principal a ambos es que confundieron una etapa del método científico con el método entero. Su atención se concentró en las primeras etapas de la ciencia, en las cuales los métodos inductivos desempeñan un papel importante. Esto es menos excusable en el caso de Mill, quien no sólo vivió después de Newton, sino que se refiere constantemente a "las generalizaciones superiores" de la ciencia mecánica sin reconocer en modo alguno la importancia del desarrollo deductivo de la hipótesis. Mill no comprendió en absoluto la naturaleza de una descripción constructiva.

Los grandes contemporáneos de Bacon, Kepler y Galileo, abrigaron una concepción muy diferente del método científico. Ellos contribuyeron al avance de la ciencia al usar el "método hipotético" que Mill despreció y Bacon ignoró. Este método ha sido la base de nuestro examen en la Segunda Sección, de modo que no es necesario exponerlo aquí. Aunque Galileo no escribió deliberadamente sobre el método científico, hizo muchas aportaciones incidentales en el curso de sus controversias con los filósofos aristotélicos. Kepler ciertamente "prefiguró la Naturaleza", puesto que sus investigaciones fueron controladas por la creencia de que la Naturaleza es fundamentalmente matemática y de que cierto conocimiento siempre tiene características cuantitativas. Ya hemos visto que el método de Galileo se apoyaba en el supuesto de que sólo las matemáticas son capaces de pro-

[51] A *treatise on probability*, p. 268.
[52] *Logic*, libro III, capítulo XI, § 7.

porcionar el orden que hará inteligibles los acontecimientos naturales. De consiguiente, su procedimiento consistió en formular primero una hipótesis concebida en forma matemática, deducir luego las consecuencias de esta hipótesis y, finalmente, someter la hipótesis a prueba por medio del experimento. De tal suerte, para Galileo la función de la observación experimental era la de mostrar que los acontecimientos naturales no pueden dejar de ser ordenados de acuerdo con lo que concibe la razón. El propósito de tal prueba experimental es más bien negativo que positivo, a saber, mostrar de manera concluyente que una teoría dada es falsa. El contraste de esta concepción con la de Bacon, es obvio. No es necesario detenernos más en el método de Galileo, puesto que éste ya ha sido ilustrado y examinado en los capítulos XVI y XVIII. Tampoco es necesario añadir nada más a nuestro examen anterior de la concepción del método científico de Newton.[53]

El contemporáneo de Mill, Whewell,[54] comprendió plenamente la importancia de la hipótesis en el método científico. Éste insistió en que la oposición entre la inducción y la deducción se basaba en una falsa concepción de la naturaleza de la investigación científica. Advirtió que las colecciones de casos, tales como las que Bacon contemplaba, no bastarían a producir teorías científicas, aparte lo que él llamó "la coalición de hechos por medio de una concepción verdadera y adecuada". Tal "concepción adecuada" es una hipótesis, para cuya formación no es posible establecer reglas. Así, dice Whewell: "Las Concepciones por medio de las cuales son agrupados los Hechos son sugeridas por la sagacidad de los descubridores. Esta sagacidad no puede aprenderse. Generalmente alcanza el éxito por medio de la conjetura; y este éxito parece consistir en la formulación de varias hipótesis tentativas y la elección de la correcta."[55] Es cierto que Whewell desarrolló su teoría de la inducción sobre la base de la filosofía kantiana, que, aunque goza de popularidad entre los científicos, no es pertinente a la concepción del método científico. Por ésta y otras razones, los escritos de Whewell han envejecido y su lectura ya no es muy provechosa. Ello no obstante, él hizo una contribución importante a la teoría de la inducción al mostrar claramente, y con numerosos ejemplos históricos, que el progreso de la ciencia depende de la formulación de hipótesis fructíferas, las cuales, "aunque tienen mucho de superfluo y aun de erróneo", conducen a nuevas deducciones y a nuevas hipótesis en las que "la superfluidad y el error pueden eliminarse posteriormente".[56] Así, pues, Whewell compren-

[53] Véase el capítulo XVI, § 5 del presente libro.

[54] Véanse el *Novum organon renovatum* y *The philosophy of discovery*. El título del segundo libro sugiere el acercamiento de Whewell al estudio del método científico. Whewell consideraba el método científico esencialmente como un método de descubrimiento, no de prueba.

[55] *Novum organon renovatum*, *Afor.* VIII.

[56] *Ibid.*, *Afor.* XI.

dió más claramente que Bacon y Mill que el progreso científico se produce paso a paso, y que el elemento de verdad en una hipótesis la hace útil como una guía para nuevas investigaciones.

Así nos vemos llevados a la conclusión de que el método adecuado de investigación científica es hipotético y deductivo. El desarrollo de una teoría constructiva en una teoría más y más comprensiva se hace posible sólo por medio de la unión de la deducción matemática exacta y la observación precisa. Ahora se admite generalmente que sólo las hipótesis enunciadas en términos cuantitativos precisos pueden producir teorías satisfactorias acerca del orden de la naturaleza. Las ciencias físicas, en todo caso, han llegado a una etapa de desarrollo en que los métodos inductivos de Bacon y Mill han dejado de ser útiles. Los experimentos maravillosamente exactos de la ciencia moderna son sugeridos por deducciones matemáticas y son controlados, en cada etapa, por consideraciones teóricas. Ya hemos visto en el capítulo XX que tal procedimiento tiene como resultado teorías que son frágiles porque son excesivamente comprehensivas. El desarrollo de la ciencia física desde Galileo hasta Einstein justifica esta concepción del método científico.

(2) El problema de la justificación lógica de la inducción no tiene por qué preocupar al científico. Éste puede contentarse con proceder paso a paso, dándose por satisfecho si sus teorías son verificadas, sabiendo que a lo sumo no son sino aproximaciones. El lógico, sin embargo, debe preguntar cuáles son las razones por las que han de aceptarse estas teorías. Queda poco por añadir al examen de este problema en el capítulo XXI. Vimos que Hume planteó el problema de la validez de la inducción y que sus críticos no han podido contestarle. Como dice Keynes: "La formulación del argumento de Hume contra la inducción nunca ha sido superada; y los sucesivos intentos de los filósofos, encabezados por Kant, para descubrir una solución trascendental, les han impedido enfrentarse a los argumentos hostiles en su propio terreno y encontrar una solución de acuerdo con razonamientos que acaso habrían satisfecho al propio Hume." [57] Sin embargo, no sólo Bacon, sino Mill también, creyó que las conclusiones inductivas son capaces de producir certeza. Esta creencia se fundaba sin duda en el supuesto no reconocido del principio de la variedad independiente limitada. El doctor Broad ha señalado que Bacon "establece cuando menos dos formas diferentes de este principio. En primer lugar, afirma definitivamente que la misma naturaleza simple —por ejemplo, el calor— no puede ser reducida en algunos casos (por ejemplo, en los fuegos) a una forma, y en otros casos (por ejemplo, en los cuerpos celestes o en los estercoleros) a otra forma. Así, pues, niega definitivamente que pueda haber una pluralidad de formas para una naturaleza simple dada. En segundo lugar, Bacon dice que 'las formas de las naturalezas más simples, aunque escasas en número,

[57] *A treatise on probability*, p. 272.

crean toda esta variedad en sus comunicaciones y coordinaciones'." [58] Keynes señala que Mill supone "que todo acontecimiento puede ser analizado en un número limitado de elementos últimos",[59] aunque no enuncia este supuesto explícitamente. Es claro que, sin tal supuesto, los métodos de Mill son impracticables; con él, tienen cierta fuerza lógica. Tanto Bacon como Mill supusieron lo que podría llamarse una concepción *alfabética* del universo, aunque ninguno de los dos comprendió que éste es un supuesto que requiere justificación, o cuando menos enunciación explícita. Keynes y el doctor Broad han formulado muy claramente qué es lo que debe suponerse exactamente en lo tocante a la constitución del mundo existente si es que las conclusiones inductivas han de ser consideradas probablemente más verdaderas que falsas. Todo lógico moderno reconoce que el fundamento de la teoría de la inducción hay que encontrarlo en la teoría de la probabilidad.

El desarrollo de la concepción del método científico reviste interés para el lógico, puesto que el científico se ocupa del descubrimiento de tipos de orden por medio de los cuales pueden obtenerse conclusiones. El propósito de este capítulo ha sido el de mostrar que la lógica aristotélica tradicional y el reciente desarrollo de la ciencia de la forma pura han tenido un origen común en la reflexión sobre la naturaleza y las condiciones del razonamiento válido. La reflexión sobre el método científico ha contribuido también al desarrollo de la lógica. Hemos visto que la generalización de la lógica como la ciencia de la forma pura fue un resultado del intento de hacer explícitas todas las premisas que entran en la construcción de un sistema geométrico. Al hacer un intento similar en lo referente al análisis del método científico, el lógico se ha visto llevado a subrayar la distinción entre la ciencia pura y la ciencia empírica. En la primera, la demostración es posible; en la segunda, no lo es. La imposibilidad en el segundo caso se debe a la dependencia de la ciencia empírica respecto de los hechos sensoriales. Sin embargo, incluso una ciencia empírica, a medida que se hace altamente desarrollada, tiende a hacerse deductiva en su forma, no obstante la exigencia de que debe ajustarse a los hechos. Se ajusta a los hechos en la medida en que exhibe un tipo de orden apropiado a los hechos. Pero, aunque se ajusta a los hechos, no es adecuada a los hechos *como hechos sensoriales*; lo que es *sensorial* es, por lo tanto, no *formal*. Mientras más deductiva es la forma de una teoría científica, más abstracta es la ciencia dentro de la cual está comprendida. Ajustarse a los hechos, es decir, ser apropiada a los hechos, no es ser adecuada. Siempre hay mucho de lo cual una teoría científica debe abstraer. Ello no obstante, una ciencia empírica permanece ligada a la observación sensorial en cuanto que no sólo parte de, sino también retorna a, los he-

[58] *Op. cit.*, pp. 35-36.
[59] A *treatise on probability*, p. 272.

chos sensoriales para su verificación. Una hipótesis que no pueda concebiblemente ser verificada por medio de la referencia a la observación sensorial, no sería una hipótesis científica. En su fase final, el método científico toma la forma de la descripción constructiva. En esta fase, el desarrollo matemático desempeña una parte inmensamente importante, pero esta parte no es el todo.

En el procedimiento real del científico está implicado mucho que es extra-lógico. El descubrimiento de una hipótesis capaz de hacer inteligible la conexión entre los hechos sensoriales no consiste en seguir una regla. Tampoco lo es el chispazo de comprensión perspicaz por medio del cual el matemático puro llega a ver *cómo* puede resolver su problema. Pero la afirmación de la hipótesis como una construcción capaz de ordenar los hechos exhibe la forma en un grado no menor que la afirmación de un teorema matemático. Sólo cuando la forma del razonamiento se exhibe así puede someterse a prueba la validez del razonamiento en uno u otro caso. En la medida en que el método científico exhibe la forma, reviste legítimo interés para el lógico.

APÉNDICE A

SIGNIFICADO, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN

LAS PALABRAS "significado" y "significa" adolecen tanto de ambigüedad nociva como de ambigüedad sistemática. Podemos evitar la primera si tenemos el cuidado de recordar que sólo las palabras o los símbolos tienen *significado*. Una palabra es un signo convencional, un sonido o una forma con color —es decir, una señal— utilizada por alguien para referirse a algo. *Significa*, o *simboliza*, es una relación triádica; sus tres términos son: (i) el sonido o señal, (ii) la persona que utiliza el sonido o señal, (iii) aquello a lo que se hace referencia. Puesto que las personas que hablan un lenguaje dado (el español, por ejemplo) frecuentemente utilizan cierto sonido específico (mesa, por ejemplo) con la *misma* referencia, pensamos en el *sonido* como la *palabra*. Del mismo modo, la señal escrita, que puede aparecer en las páginas de un diccionario, viene a ser confundida con *la palabra*, y así decimos que podemos "buscar *el significado de la palabra* en el diccionario". La comparativa fijeza de la referencia, tal como la suponen quienes utilizan comúnmente el sonido o la señal, hace que sea natural e inteligible para nosotros hablar de *el significado de la palabra* y, al mismo tiempo, pensar en la palabra como la señal, o su equivalente, el sonido. Esta expresión natural no debe, sin embargo, hacernos caer en el error de suponer que el *significado* está ligado a *uno* cualquiera de los tres términos en la relación triádica *significa*; el *significado* está ligado al sonido (o señal) tal como lo utiliza alguien para referirse a algo. Del mismo modo que podemos decir: "Esta pluma-fuente es un regalo", podemos pensar en un elemento en la relación triádica *significa* como si tuviera *significado*. Pero comprendemos que *Esta pluma* no es un *regalo* a menos que sea *regalada* por un *donante* a un *recipiente;* del mismo modo debemos comprender que un *sonido* (o *señal*) no tiene *significado* a menos que sea *utilizado por alguien para referirse a algo*. No hay *un* elemento en la relación triádica *significa* que *tenga significado*. Por lo tanto, cuando decimos que la *palabra* tiene significado, entonces *la palabra* no debe ser identificada con el sonido (o la señal); será el sonido (o la señal) tal como se le utiliza para referirse a algo. Aquello a lo que se refiere la palabra es *el referendo*. El referendo de un símbolo demostrativo

(o sea, una palabra usada demostrativamente) es *el objeto directamente presentado al* hablante. El referendo de una frase descriptiva es una *propiedad* o *conjunto de propiedades*. Cuando estas propiedades *pertenecen* a un objeto, entonces puede decirse que la frase descriptiva *tiene aplicación*, es decir, que es aplicable al objeto que posee esas propiedades. Cuando una frase descriptiva es un elemento en una descripción definida o indefinida, entonces la frase descriptiva es utilizada como una frase *denotativa*. Una frase descriptiva siempre *describe* (de aquí la expresión "frase descriptiva"), pero cuando la frase descriptiva no tiene denotación, entonces no describe nada.[1] Sin embargo, si hay objetos que tienen las propiedades adjudicadas por la frase descriptiva, entonces estos objetos son *denotados* por ella. En el caso de un símbolo demostrativo, el referendo *es* la denotación; pero en el caso de una frase descriptiva, la denotación (si es que hay alguna) es el objeto o conjunto de objetos que *tienen* las propiedades, en tanto que el referendo es las *propiedades*. De consiguiente, cuando hablamos de "el significado de un símbolo demostrativo" y de "el significado de una frase descriptiva", estamos usando "significado" en dos sentidos diferentes. El símbolo demostrativo *significa* su denotación, es decir, representa el objeto denotado; mientras que la frase descriptiva *significa* las propiedades y no el objeto (si alguno hay) denotado. De consiguiente, como ha señalado Russell, "no hay una relación de significado entre las palabras y lo que ellas representan, sino tantas relaciones de significado, cada una de un tipo lógico diferente, como tipos lógicos haya entre los objetos para los que hay palabras".[2] Por consiguiente, tanto "significa" como "representa" tienen ambigüedad sistemática.

Debe observarse también que un *símbolo* y *lo que él representa* siempre son de tipos lógicos diferentes. La palabra "palabra" no significa la señal o el sonido; significa, o representa, las propiedades que *tiene* cualquier cosa que sea una *palabra*.

La manera en que una *palabra significa* es diferente de la manera en que una *oración significa*. Una oración está compuesta de palabras, pero la forma sintáctica de la oración no es otra palabra, y, a fin de entender la oración, esta forma, así como las palabras separadas, deben ser entendidas. Nuestro conocimiento de las formas sintácticas de un idioma que nos es familiar nos puede permitir entender el sentido de una oración aun cuando no entendamos todas las palabras separadas; pero podríamos conocer todas las palabras y, sin embargo, no entender la oración. Para citar una vez más a Russell: "Podríamos entender todas las palabras separadas de una oración sin entender la oración; si la oración es larga y complicada, es probable que esto suceda. En semejante caso tenemos conocimiento de los constituyentes sin tener conocimiento de la forma. También es posible

[1] Debemos tener el cuidado de no decir que *las propiedades son aplicables*; las propiedades *pertenecen*; son las frases descriptivas las que son *aplicables*.

[2] *Contemporary British Philosophy, Series I*, p. 370.

tener conocimiento de la forma sin tener conocimiento de los constituyentes... A fin de entender una oración, es necesario tener conocimiento tanto de los constituyentes como del caso particular de la forma. Es de esta manera como una oración transmite información, puesto que nos dice que ciertos objetos conocidos están relacionados según cierta forma conocida." [3]

Puede decirse que las oraciones *expresan* proposiciones. Se dice algunas veces que la proposición expresada es lo que la oración *significa*. Aquí, una vez más, "significa" se usa de manera diferente, pues la relación de una oración con lo que ella expresa es típicamente diferente de la relación de una palabra con su referendo. Puede decirse que una oración española y una oración francesa (si la una es una equivalente transliteral de la otra) expresan la misma proposición o tienen el mismo significado. En el lenguaje ordinario las oraciones se usan de tal modo que tengan una *referencia* a los hechos. Si la oración se usa para decir lo que es verdadero, entonces hay un hecho, o un conjunto de hechos, al cual o a los cuales la oración *se refiere* y que hace que lo dicho sea *verdadero*. La referencia de todas las oraciones que usamos es indirecta; sólo una oración pictórica podría *expresar* el hecho que hace que la oración sea susceptible de ser usada de modo que diga lo que es verdadero. La referencia de las oraciones es indirecta, del mismo modo que el uso de los símbolos es descriptivo más bien que demostrativo. Un símbolo descriptivo implica necesariamente cierto grado de generalidad y abstracción. De consiguiente, la noción de una oración pictórica es una aproximación ideal a un límite. No es accidental el que no podamos usar las oraciones pictóricamente. Todo lo que es posible es disminuir el alejamiento de la pictoricidad.

Como ya hemos visto, las expresiones ordinarias son lógicamente inadecuadas. Cuando traducimos una oración a una expresión lógicamente menos inadecuada, podemos decir que estamos reduciendo el alejamiento de la pictoricidad. Este avance en claridad puede expresarse de otro modo diciendo que sustituimos la primera oración por otra oración que se aproxima más a la multiplicidad correcta. Una oración que expresa un hecho tiene la misma multiplicidad que el hecho que expresa cuando los elementos de la oración pueden colocarse en una correspondencia de uno-uno con los elementos del hecho. Tal oración revelaría la forma del hecho expresado.

[3] *Our knowledge of the external world*, pp. 43-44.

APÉNDICE B

CONSTRUCCIONES LÓGICAS

La importancia de la teoría de los símbolos incompletos de Russell consiste en que nos hace ver cuán indirecta es la referencia de las oraciones que usamos a los hechos a que nos proponemos referirnos cuando las usamos. Es natural suponer que hay una correspondencia de uno-uno entre los elementos de una oración y los constituyentes de algún hecho. Esta ilusión se disipa cuando prestamos atención a palabras tales como "el", "cualquier", "un"; pero persiste la creencia de que "esta mesa", tal como se usa en "Esta mesa es negra", se refiere directamente a un constituyente de un hecho. En el capítulo IX mostramos que esta creencia es falsa; su persistencia se debe a la falta de comprensión de cuán lógicamente inadecuadas son nuestras expresiones lingüísticas ordinarias.

Resulta difícil dar ejemplos claros de construcciones lógicas, pues la afirmación, por ejemplo, de que *esta mesa es una construcción lógica* es una afirmación metafísica. Aceptar la afirmación es aceptar cierto análisis metafísico. Debe ser posible, empero, decir qué significamos al afirmar que algo es una construcción lógica aun cuando luego procedamos a negar que tal afirmación jamás sea verdadera. He tratado de hacer esto en el capítulo IX. Aquí me interesa señalar que hay buenas razones para suponer que los objetos familiares de la vida cotidiana, incluidas las personas, son construcciones lógicas. Una de las dificultades para aceptar esta concepción se debe, a mi juicio, a una mala interpretación de la expresión "construcción lógica". No cabe duda de que ésta es una expresión desafortunada, pues sugiere ciertamente que algo es *construido*, lo cual no es el caso, y que la *lógica* es adecuada a la construcción, lo cual también es falso. El hábito de Russell de usar "ficciones lógicas" como sinónimo de "construcciones lógicas" empeora las cosas. La expresión "ficciones lógicas" sugiere algo ficticio.[1] Pero decir que la mesa es una ficción

[1] Éste ha sido un error común de los críticos de Russell, y es un error al que se presta una gran parte de lo que dice Russell. Véase A. O. Lovejoy, *The revolt against dualism*, p. 199. *Cf.* mi artículo sobre "Substances, events, and facts", *Journal of Philosophy*, 9 de junio de 1932.

(o construcción) lógica, no es decir que la mesa es un objeto ficticio o imaginario; es más bien negar que, en cualquier sentido ordinario, es del todo un objeto.

Creo que es posible aprehender más claramente lo que significa "esta mesa es una construcción lógica" si consideramos cómo parece haber llegado Russell a esta concepción. Me parece que dos líneas de reflexión diferentes convergieron en esta conclusión. Por una parte, Russell estaba interesado en analizar las proposiciones generales; por otra parte, trataba de descubrir un hecho simple que pudiera considerar como un dato indudable. A primera vista, la conexión entre estos dos problemas parece absurdamente remota, pero cuando recordamos que Russell vino a sostener que una *mesa* es una *clase* de apariencias, la conexión se hace más obvia. No disponemos aquí de espacio para ocuparnos extensamente de estas consideraciones, pero podemos señalar algunos de los puntos más importantes.

El análisis de las proposiciones generales tales como *Los hombres son mortales* se encuentra en el capítulo IX. Aquí es suficiente recordar que "hombres", tal como se usa en "los hombres son mortales", se refiere a cada hombre individual indirectamente a través de la propiedad de *ser humano*; por lo tanto, su significación no depende del conocimiento directo de cada hombre individual. Si la *mesa* es una clase de *apariencias*, entonces, al decir "Esta mesa es negra", se hace referencia a cada miembro de la clase, aunque el hablante tenga conocimiento directo de un miembro solamente, a saber, *la* apariencia sensorialmente presente ante él y que Russell llama un "dato sensorial". Esta línea de reflexión conduce a la conclusión de que *la mesa* no es la *especie* de objeto que podría ser presentado directamente, de modo que no se podría hacer referencia demostrativa a *la mesa*. Russell, como señalamos en el capítulo IX, parece suponer que decir que un símbolo es incompleto es decir que no *nombra* un constituyente de la proposición en cuya expresión verbal aparece, de modo que, del hecho de que *la mesa* no podría ser *nombrada*, él derivaría la conclusión de que *la mesa* es una construcción lógica.

La segunda línea de reflexión surge en la búsqueda de un dato indudable. Podemos equivocarnos, en cualquier caso dado, al creer que estamos viendo una *mesa*, pues podemos ser víctimas de ilusiones o alucinaciones. Pero, aun en tales casos, el perceptor está consciente de un elemento sensorial, y Russell sostiene que en relación con el elemento sensorial —o, como diría él, el dato sensorial—, la duda es imposible.[2] Los datos sensoriales han de ser considerados como elementos en hechos simples, que Russell llama "hechos del sentido". Estos constituyen "datos duros", es decir, datos "que resisten la influencia disolvente de la reflexión crítica". Las mesas, las personas y las *cosas* familiares ordinarias no resisten esta influencia disolvente. De consiguiente, Russell buscó un método para prescindir del supues-

[2] Véanse *Our knowledge of the external world*, p. 70; *Outline of philosophy*, pp. 4-5.

to de que hay mesas sin impedirnos seguir hablando acerca de las mesas. En suma, Russell considera el problema de la naturaleza del objeto externo, por ejemplo, *la mesa*, primordialmente como un problema de justificación de una inferencia. *La mesa*, parece suponer Russell, se alcanza por medio de una inferencia; pero todas las inferencias concernientes a aquello que no es puramente formal, están sujetas a la duda; por lo tanto, Russell trata de justificar la inferencia. En cierta época (1912) [3] Russell sostuvo que *la mesa* era conocida por medio de la descripción como "La cosa que tiene R para este dato sensorial" (donde "R" representa la conversa de la relación *ser una apariencia de*.) Pero una descripción puede no describir nada, y sin embargo ser significativa. El siguiente paso de Russell consistió en aplicar la Navaja de Occam para separar *la mesa*. Su formulación de la Navaja —"Dondequiera que sea posible las entidades inferidas sean sustituidas por posibles construcciones lógicas" [4] —es significativa al revelar su actitud. La oposición de *construcciones lógicas* y *entidades inferidas* muestra que Russell consideraba el problema esencialmente como un problema de justificación de una inferencia arriesgada. A esto se debe sin duda la engañosa expresión "construcciones lógicas".

Una tercera consideración puede haber llevado a Russell a hacer algunas de sus afirmaciones engañosas acerca de las construcciones lógicas. Russell aceptó el método de la abstracción extensiva de Whitehead como un método satisfactorio para construir *puntos*. Supuso entonces que el mismo método podía ser utilizado de la misma manera para construir *mesas*. Pero en favor de la concepción de que los puntos son *construcciones* pueden esgrimirse razones que están ausentes en el caso de las mesas. Estas razones son iguales que las que pueden esgrimirse en favor de la concepción de que la "materia" es una "expresión conveniente" que puede considerarse *definida* para los fines de la investigación física. Esto mismo no rige en relación con *mesas*. No puede haber duda de que hay *mesas*; la duda surge en relación con la dificultad de determinar cuál es el análisis correcto de las proposiciones en cuya expresión verbal aparece "mesa". Al no lograr hacer claras estas consideraciones, Russell ha oscurecido el análisis de *La mesa es una construcción lógica*.

El punto que debe subrayarse es que toda afirmación de la que comúnmente se diría que es una afirmación acerca de *la mesa* puede ser transformada en un conjunto de afirmaciones capaz de sustituir conjuntamente la afirmación original, pero ningún elemento gramatical en el conjunto sustitutivo será *usado con el mismo significado* como en cualquier elemento gramatical en la expresión verbal de la afirmación original. [5] Un ejemplo puede ser suficiente para mostrar

[3] Véase *Problems of philosophy*.

[4] *Mysticism and logic*, p. 155. Este ensayo fue publicado por primera vez en enero de 1914.

[5] Véase J. Wisdom, "Logical constructions", *Mind*, N. S., 158. Los artículos de Wisdom sobre este tema, que todavía no han sido concluidos, serán del mayor provecho para los estudiantes avanzados.

esto. Podemos decir que un Colegio, o el Consejo de un Colegio, o un Comité o una Nación han obrado de cierta manera. Así, por ejemplo, podemos decir: "El Consejo ha elegido a A como Presidente". Esta afirmación dice *algo* acerca de cada miembro del Consejo, pero no dice acerca de cada miembro que *él* eligió a A. Pero podría hallarse un conjunto de afirmaciones, conjuntamente equivalentes a la afirmación original, que serían, cada una, una afirmación acerca de un miembro individual. La acción del Consejo es una construcción lógica a partir de un conjunto de hechos, cada uno de los cuales es un hecho acerca de un miembro individual; pero la acción del Consejo no es la suma de las acciones de los miembros. Wisdom ha señalado que consideraciones similares rigen en relación con el análisis de afirmaciones tales como "Francia le teme a Alemania". Palabras tales como "teme", "obra", "son" tienen ambigüedad sistemática. Por lo tanto, debemos tener el cuidado de no suponer que estamos diciendo precisamente la misma cosa cuando decimos que *un comité obra* y cuando decimos que *una persona obra.*

Hay, además, diferentes *tipos* de construcciones lógicas. Hay construcciones lógicas derivadas de hechos acerca de constituyentes simples; construcciones derivadas de hechos concernientes a estos hechos, y así sucesivamente. Este problema de los tipos de construcciones lógicas está íntimamente relacionado con el problema de la naturaleza y las clases de la abstracción. Hay mucho trabajo por hacer en relación con este problema, pero no podemos examinarlo aquí.

Queda por eliminar un malentendido muy generalizado. Se ha supuesto erróneamente que de las dos afirmaciones *Estoy sentado en esta silla* y *Esta silla es una construcción lógica*, se desprende *Estoy sentado en una construcción lógica.* Esta suposición implica una grave confusión debida a una completa falta de comprensión de lo que significa decir que *Esta silla es una construcción lógica.* Las dos afirmaciones son fundamentalmente diferentes en su forma lógica. La confusión es tan crasa como la de suponer que *si los hombres son numerosos y Sócrates es un hombre,* de ello se desprende que *Sócrates es numeroso.* No puede ser necesario argumentar que esta conclusión no se sigue. Pero algunas veces, debido a que no reconocemos que una palabra es sistemáticamente ambigua, cometemos errores que son igualmente absurdos, pero no tan obvios.

Debe recordarse que las construcciones lógicas *no* son símbolos incompletos. Nada que pueda decirse significativamente acerca de una construcción lógica puede decirse significativamente acerca de un símbolo incompleto. El primer deber y la mayor dificultad del filósofo consiste en distinguir las afirmaciones que son significativas de aquellas que carecen de significado o son no-significativas. En el capítulo XXIII vimos que "Una clase no es un miembro de sí misma" carece de significado. Pero no es de ninguna manera obvio que carece de significado. Nuestra dificultad consiste en *saber* cuándo estamos diciendo cosas sin sentido. El reconocimiento de la ambigüedad sistemática nos permite algunas veces hacer este descubrimiento.

APÉNDICE C

LOS SISTEMAS POSTULATIVOS Y *PRINCIPIA MATHEMATICA*

La construcción de un sistema deductivo puede enfocarse desde dos puntos de vista fundamentalmente diferentes. Por una parte, puede emprenderse la construcción a fin de ver qué teoremas pueden derivarse de un conjunto de proposiciones primitivas que se considera son mutuamente consecuentes y separadamente independientes. Tal conjunto de proposiciones primitivas puede ser llamado "un conjunto de postulados", y el sistema así construido puede ser llamado "un sistema postulativo". Es característico de los sistemas postulativos que el análisis comprendido puede ser circular. [1] La circularidad se debe al hecho de que los teoremas y los postulados están en el mismo nivel. Esto significa que, una vez que los postulados han sido seleccionados, la *simplicidad* debe entenderse con referencia sólo a los pasos comprendidos en la transición de los postulados a los teoremas. Un teorema es más simple que otro si el primero se deriva de los postulados en un número menor de pasos que el segundo. Los postulados son simples sólo en el sentido de que no se requiere *ningún* paso para llegar a los postulados; al contrario, *todos* los pasos parten de ellos. Así, pues, los postulados no son *más simples que* ninguna otra cosa. La *selección* de cualquier conjunto de postulados dado puede deberse a una variedad de razones, pero estas *razones* no tienen absolutamente nada que ver con el sistema cuando se le construye. Hilbert, Veblen y E. V. Huntington han construido muchos diferentes sistemas postulativos, relacionados con diversas ramas de las matemáticas. La referencia a las matemáticas, sin embargo, se produce solamente cuando el sistema postulativo es interpretado. La demostración ocurre en el sistema, pero la demostración es relativa a los postulados iniciales.

La construcción de un sistema postulativo puede emprenderse, por otra parte, a fin de analizar las entidades que constituyen los conceptos indefinidos y de exhibir sus interrelaciones de una manera ordenada. En tal sistema, la circularidad sería un defecto, puesto que su característica distintiva es la de que tiene una dirección. Propongo

[1] Véase C. I. Lewis, *Mind and the world-order*, p. 210.

dar a un sistema así construido el nombre de "sistema direccional", a fin de señalar su diferencia respecto de un sistema postulativo ordinario. En un sistema direccional, los postulados serán adecuadamente *primitivos*; es decir, que la distinción entre el teorema y los postulados del sistema no estará relacionada meramente con el hecho de que estos últimos son indemostrados. Me parece que Whitehead y Russell, al construir el sistema desarrollado en *Principia mathematica*, no estaban construyendo un sistema postulativo, sino un sistema direccional. [2] Ellos afirman claramente que su trabajo "está dirigido a efectuar el mayor análisis posible de las ideas que trata". Estas "ideas" son los conceptos fundamentales de las matemáticas, que ellos se propusieron reducir a sus elementos más simples, mostrando así que los conceptos matemáticos son enteramente reductibles a los conceptos de la lógica pura. Whitehead y Russell no se contentaron con construir *un* sistema postulativo de entre una posible variedad de sistemas postulativos, *cualquiera* de los cuales produciría teoremas susceptibles de interpretación matemática. Ellos se propusieron buscar un *solo* sistema tal que sus conceptos primitivos y sus proposiciones primitivas fueran adecuadas a la construcción de la totalidad de las matemáticas. Este sistema debía basarse de manera única en un solo conjunto de conceptos y postulados fundamentales y admitir una sola interpretación única. Para alcanzar esta finalidad, los conceptos primitivos no pueden considerarse meramente como *indefinidos*, ni las proposiciones primitivas meramente como *postuladas*; deben ser *fundamentales* en un sentido que excluya la selección arbitraria, siendo así *simple* en algún sentido no-relativo.

Si esta concepción de *Principia mathematica* es correcta, entonces está sujeta a una crítica difícil de refutar y que es independiente de cualesquiera defectos tales como la suposición del llamado Axioma de la Reductibilidad. Esta crítica puede hacerse mediante la consideración del tratamiento que da Russell al simbolismo y del papel que desempeña la definición en el sistema de *Principia mathematica*. En el capítulo XXII señalamos que la explicación russelliana de la definición es inconsecuente e insostenible. [3] Russell desea considerar las definiciones como meras "conveniencias tipográficas" y al mismo tiempo sostener que las definiciones pueden "expresar un avance notable" en virtud de que contienen un análisis de un concepto. A su confusión en este punto se debe, sin duda, el que no logre ver que al *definir* "$p \supset q$" por medio de "$\sim q \vee q$", él está, de acuerdo con su propia afirmación, *meramente* dando una "abreviatura conveniente", al paso que trata la definición como si proporcionara un *análisis*

[2] Para un examen del *análisis direccional*, véase mi trabajo sobre "The method of analysis in metaphysics", *Proc. Arist. Soc.*, N. S., XXIII.

[3] Véase la p. 497 del presente libro. En el resto de esta exposición hablaré de "Russell" en lugar de "Whitehead y Russell", puesto que se reconoce que el vol. I se debe casi enteramente a Russell, y a él se debe la totalidad de la segunda edición de *Principia mathematica*.

de la implicación. Del mismo modo, considera la noción de una función proposicional, y, por lo tanto, de una *clase*, como fundamental, declarando al mismo tiempo, sin embargo, que las clases son "meras conveniencias simbólicas". No es posible que ambas concepciones sean correctas. La segunda es la concepción que Russell evidentemente desea sostener, pero no parece ser capaz de prescindir de la primera. Todo su tratamiento de la noción de *clase* es oscurecida por la confusión, a la que Russell es singularmente proclive, del *símbolo* con lo *simbolizado*.

Este punto plantea el problema del tratamiento del simbolismo por parte de Russell. En ningún lugar de *Principia mathematica* se encuentra un examen de la naturaleza y las condiciones del simbolismo y de su relación con las matemáticas. En la Introducción a la primera edición encontramos la siguiente afirmación: "El empleo de un simbolismo, que no sea el de las palabras, en todas las partes de este libro que se proponen englobar el razonamiento demostrativo estrictamente exacto, nos ha sido impuesto por la persecución consecuente de los tres propósitos antes mencionados".[4] Pero la explicación que sigue no aclara si los símbolos son *esenciales* o si son utilizados meramente porque el intelecto humano, siendo finito, es limitado en su aprehensión. Esta última alternativa queda sugerida, pero la primera parece ser la requerida. Sin embargo, si los símbolos son esenciales, entonces ¿en qué sentido tienen significación estos símbolos? Un símbolo no-significativo es una contradicción en los términos. Con todo, si tienen significación, ¿de dónde se deriva su significación? ¿No requerimos en todo caso *reglas no simbólicas relacionadas con la significación de las expresiones simbólicas?* Dentro del propio sistema de *Principia mathematica* no se dan ningunas reglas semejantes. En el Prefacio se afirma: "Nuestro sistema lógico está totalmente contenido en las proposiciones numeradas, que son independientes de la Introducción y de los Sumarios."[5] Pero entre las proposiciones numeradas buscamos en vano cualesquiera principios que determinen cuáles combinaciones de símbolos son significativas.

Estas dificultades, y otras que no podemos examinar aquí, sugieren que ciertas nociones pre-matemáticas son indispensables para la construcción de un sistema matemático y que hacen falta reglas de significación no-simbólicas que *deben ser incluidas en el sistema* si es que éste ha de ser un sistema direccional capaz de producir un análisis de las ideas fundamentales de las matemáticas. Como ha señalado W. E.

[4] Para la enunciación de estos tres propósitos, véase la p. 548 del presente libro.

[5] La afirmación no es exacta, pues no es posible entender las proposiciones numeradas sin referirse a los sumarios. Por ejemplo, en *21 se *supone* que $\Phi(x, y)$ será diferente de $\Phi(y, x)$, y se hace mención del *orden alfabético* y del *orden tipográfico*. Pero esta explicación está contenida *solamente* en el Sumario, y sin embargo el *sentido* de la relación $\Phi(x, y)$ es esencial para la comprensión de los teoremas.

Johnson: "Aun un sistema simbólico perfectamente construido necesitaría introducir ciertos axiomas, así como también algunas proposiciones derivadas de axiomas, que sólo pueden expresarse en términos no-simbólicos. Esta necesidad de recurrir al lenguaje ordinario al desarrollar un sistema deductivo muestra que la atención directa a los significados, presentados lingüísticamente, está vinculada al proceso de seguir en forma inteligente incluso una exposición declaradamente simbólica". [6] Esto es cierto, sin duda, en el caso de un sistema direccional tal como el que se ofrece en *Principia mathematica.*

La importancia de las reglas de significación —o, para usar la expresión de Johnson, la "atención a los significados"— es reconocida por Hilbert y su escuela, a quienes generalmente se les llama "formalistas". Sólo dispongo de espacio para considerar muy brevemente el contraste entre la concepción formalista de las matemáticas y la que está contenida en *Principia mathematica.* Hilbert distingue entre matemáticas y metamatemáticas. Esta distinción puede considerarse como una distinción entre la construcción de un sistema simbólico que implica reglas o postulados arbitrariamente seleccionados y la enunciación de reglas de significación. Según Hilbert, el matemático opera con *señales* o *números,* es decir, con signos escritos en el papel. Estas señales son como los tantos en un juego o como las piezas en una partida de ajedrez. Las *reglas* de acuerdo con las cuales se *permiten* ciertas combinaciones de las señales constituyen las metamatemáticas. No pueden ser introducidas dentro del sistema, pero el sistema no podría ser desarrollado sin ellas. Los teoremas de las metamatemáticas guardan la misma relación con los teoremas de las matemáticas que las reglas del ajedrez con las piezas concretas en posibles juegos de ajedrez. Como ha señalado el profesor G. H. Hardy, [7] esta distinción implica una distinción estricta entre dos formas de *prueba.* Existe, en primer lugar, la *demostración pura,* que es la prueba dentro del sistema. Ésta corresponde a los juegos de ajedrez. Existe, en segundo lugar, la prueba de que ciertas combinaciones de símbolos no pueden ocurrir. Éstos son los teoremas de las metamatemáticas. En la construcción de estas pruebas debe haber atención a los significados. Esta separación de las metamatemáticas respecto de las matemáticas parece tener por objeto la separación de la *forma* del sistema respecto de lo que comúnmente se consideraría su *significación.* Preguntar si cualquier teorema en el sistema puramente formal es *verdadero,* sería hacer una pregunta sin sentido. Sólo podemos preguntar si se han seguido las reglas. Si se han seguido, entonces el sistema es consecuente.

Hay mucho que decir en favor de esta concepción formalista de las

[6] W. E. J., parte II, p. 45.

[7] "Mathematical proof", *Mind,* N. S., 149. El estudiante interesado en la teoría de los fundamentos de las matemáticas debe consultar este artículo. Yo lo habría utilizado en la primera edición de este libro, si se hubiera publicado antes de que yo lo escribiera. Ahora le debo mucho.

matemáticas. Pero todavía deja en pie un problema considerable, que no puede considerarse resuelto. Se trata del problema de la naturaleza exacta de los enumerados metamatemáticos y, por lo tanto, del papel que desempeña la intuición en el fundamento de las matemáticas. Podemos, por último, añadir una palabra sobre este importante tema.

Los lógicos modernos concuerdan en que la intuición espacial no entra en las matemáticas. Russell y Whitehead parecen reconocer que la intuición de los conceptos lógicos fundamentales es necesaria. Hilbert, si bien niega que las nociones matemáticas puedan ser derivadas de nociones puramente lógicas, insiste en que la intuición desempeña un papel importante y en que lo que es intuido son las señales o números concretos, los signos físicos en el papel con los cuales opera el matemático. Una tercera escuela, cuyos representantes más importantes son Brower y Weyl, sostiene que las matemáticas se basan en una intuición pura de los números integrales, que están implicados en la intuición del tiempo. Ninguna de las tres concepciones puede considerarse satisfactoriamente establecida. Todo lo que puede decirse aquí es que no es probable que ninguna concepción sea satisfactoria a menos que se considere debidamente el importante problema de la significación. Las matemáticas son algo más que una estructura simbólica; son una estructura que tiene significación. El simbolismo es, ciertamente, *esencial* a las matemáticas, y no se le adopta meramente por conveniencia. El simbolismo, sin embargo, debe ser adecuado a aquello que es simbolizado.

APÉNDICE D

COSA Y CAUSA

EN MI EXAMEN de la causalidad he subrayado la íntima conexión entre *cosa* y *causa*. Estoy enteramente de acuerdo con W. E. Johnson, quien dice: "No se puede dar ninguna explicación de la causalidad sin referirse a la concepción de la sustancia, o sea, de un continuante existente, físico o psíquico; y, por otra parte, sólo podemos asignar propiedades a la sustancia o continuante mediante la definición de los modos de acuerdo con los cuales se manifiesta existencialmente como un agente o re-agente *causal*. Así, pues, lo que recibe el nombre de propiedad de un continuante no es un carácter realmente manifestado, sino que define cuáles caracteres se manifestarían fenoménicamente cuando ocurren ciertas condiciones asignables." [1] "Continuante", para Johnson, significa lo que en el lenguaje ordinario se llaman "cosas". Los científicos hablan con frecuencia de "las propiedades" de las cosas, por ejemplo, "las propiedades de la materia", "las propiedades de las sustancias químicas". Este modo de hablar tiende a sugerir que las sustancias químicas —por ejemplo, el *agua*, el *hierro*, el *carbono*— son entidades contenidas en sí mismas, cada una de las cuales tiene una esencia distintiva, pues "propiedad" es una palabra derivada de la doctrina aristotélica de los predicables. Pero, como lo vio claramente Locke, las *cosas* no son entidades contenidas en sí mismas, pues "las cosas, no importa cuán absolutas y cabales parezcan ser en sí mismas, no son sino retenedoras de otras partes de la naturaleza en aquello que nosotros más advertimos en ellas". [2] Decir "esta cosa tiene la *propiedad* tal o cual" es meramente una manera de decir "esta cosa, *bajo ciertas condiciones, se comporta* de tal o cual manera". Así, pues, *El azúcar tiene la propiedad de la solubilidad* significa *El azúcar se disuelve en los fluidos*; *El hierro tiene la propiedad de la expansión cuando se calienta* significa *El hierro se expande cuando se calienta*. El énfasis en las *propiedades* de una sustancia puede hacernos pensar erróneamente en la sustancia como algo aparte de la situación en que se encuentra, es decir, aparte de otras

[1] *W. E. J.*, parte III, p. 86.
[2] Véase p. 314 del presente libro.

sustancias o cosas en su vecindad. No cabe duda de que frecuentemente es útil considerar la cosa aisladamente de su vecindad a fin de investigar sus diversos modos de comportamiento y de determinar aquellos que son invariables. Tales modos de comportamiento invariables constituyen las *propiedades invariantes* de la sustancia. Éstas sólo pueden descubrirse poniendo la cosa en diferentes condiciones a fin de observar *cómo* se comporta en circunstancias variantes. Por ejemplo, la *masa* será considerada como una propiedad invariante de un pedazo de metal si, a través de todos sus cambios físicos y químicos, sigue siendo verdadero decir "Este estado del pedazo de metal tiene la masa *m*." [3] Una propiedad invariante es, pues, un modo característico y peculiar de comportamiento. Asimismo, una característica permanente es un modo peculiar de comportamiento, a saber, la persistencia en un estado dado independientemente de los cambios que estén ocurriendo en la vecindad de la cosa.

Existe, pues, una íntima relación entre *una cosa* y un *sistema relativamente aislado*. Del mismo modo que podemos considerar un sistema dado aisladamente de otros sistemas, podemos considerar una cosa aisladamente de su situación. Del mismo modo que para ciertos fines es necesario considerar *este sistema relativamente aislado* como un sub-sistema dentro de un sistema más grande, puede ser necesario considerar *esta cosa* como parte de una cosa más grande o como un elemento en una situación complicada. Estas consideraciones muestran cómo la concepción del sentido común de lo que constituye *una cosa* es necesariamente indeterminada, pues el que X sea o no una cosa depende de la actitud con que se la considere. Las cosas más persistentes y permanentes sufren cambios constantemente, es decir, exhiben modos característicos de comportamiento en una situación dada. Cuando estos cambios son tan lentos o tan pequeños que son imperceptibles, podemos llegar a pensar que no ha estado ocurriendo ningún cambio. Cuando estos cambios son muy rápidos o implican una considerable variación cualitativa, decimos que *la cosa* ha desaparecido. Cada vez que la hoja de un cuchillo es utilizada para afilar un lápiz, ocurre un cambio en la hoja: ésta se gasta gradualmente. Desde el punto de vista del uso práctico, la hoja será desechada cuando todavía sea reconocible como una hoja. Cuando un vaso de cristal se rompe en fragmentos o cuando una moneda de oro se funde o cuando un buque es volado por una explosión, decimos que el vaso o la moneda o el buque ha desaparecido. La desaparición completa es incompatible con la investigación científica, del mismo modo que lo sería la creación *ex nihilo*. El científico se propone considerar los cambios que sufren las cosas —es decir, sus modos de comportamiento en circunstancias variantes— como modos recurrentes de cambios. Es decir, el científico se propone formular las leyes causales que le permitirán tanto predecir como controlar el comportamiento de las

[3] *Cf.* C. D. Broad, *Mind*, N. S., 113, p. 21.

cosas. De aquí surge el concepto científico de las *propiedades* de las cosas.

El progreso en las ciencias físicas parece consistir en la reducción gradual del número de propiedades que es necesario mencionar. Un guisante lanzado al suelo cae en una forma característica; una pelota arrojada con la mano se comporta en una forma característica; la luna se mueve, en relación con la Tierra, en una forma característica; asimismo los planetas en relación con el sol. De aquí surge el problema de si los modos de comportamiento así exhibidos por estas cosas pueden considerarse, todos ellos, reductibles a propiedades invariantes de una diminuta partícula material. En esta etapa, la propia partícula material es considerada como una *cosa,* es decir, como una entidad aislable. De esta manera la ciencia se propone descubrir la permanencia en forma de modos de cambios regulares y, por lo tanto, predecibles y controlables.

BIBLIOGRAFÍA

Esta bibliografía no pretende ser exhaustiva. Su propósito es el de sugerir lecturas adicionales siguiendo diversas líneas de enfoque del tema. Los libros de carácter avanzado están señalados por un asterisco.

I. LIBROS INTRODUCTORIOS

CARVETH READ, *Logic, deductive and inductive* (Simpkin Marshall).

R. LATTA y A. MACBEATH, *The elements of logic* (Macmillan).

Cualquiera de estos dos libros sirve para ofrecer al estudiante un tratamiento elemental de la lógica según los lineamientos tradicionales.

H. W. B. JOSEPH, *An introduction to logic* (Oxford University Press).

Ésta es, con mucho, la mejor exposición sistemática de la lógica tradicional, pero está más cerca de Aristóteles que de la tradición de los lógicos aristotélicos. Esta obra ofrece una excelente introducción a la lógica filosófica.

R. M. EATON, *General logic* (Charles Scribner's Sons, 1931).

Este libro trata de los tópicos de la lógica formal y el método científico. El tratamiento del segundo no es muy satisfactorio. La parte III contiene una excelente introducción a *Principia Mathematica*.

F. M. CHAPMAN y P. HENLE (Charles Scribner's Sons, 1933).

Un tratamiento muy simple de la lógica desde el punto de vista moderno, basado en la *General Logic* de Eaton. Constituye un excelente primer libro en el estudio de la lógica.

II. LÓGICA PURA

A. EXPOSICIONES GENERALES

J. M. KEYNES, *Formal logic* (Macmillan).

Éste es un estudio exhaustivo de la lógica aristotélica en su aspecto puramente formal, y es el mejor libro, así como el más comprehensivo, que se ha escrito desde este punto de vista. Contiene un valioso *Apéndice*, que trata de una generalización de los procesos lógicos en su aplicación a las inferencias complejas sin la ayuda de los símbolos de operación. (1ª ed., 1884; 4ª ed., 1906.)

J. ROYCE, "The principles of logic", en *Encyclopaedia of the philosophical sciences*, vol. I, *Logic* (Macmillan, 1913).

Ésta es una introducción magistral a los principios generales de la lógica, escrita desde el punto de vista moderno. El estudiante interesado en la generalización de la lógica haría bien en leer este ensayo.

L. COUTURAT, "The principles of logic" (*en el mismo volumen que el anterior*).

Ésta es una breve exposición introductoria de la naturaleza de la lógica simbólica.

Algebra of Logic, París, 1905 (traducción inglesa de Robinson, 1913, Open Court Publishing Company).

* C. I. LEWIS, A *survey of symbolic logic* (University of California Press, Berkeley, 1918).

Ésta es la exposición más comprehensiva de los diversos sistemas de lógica simbólica. El capítulo I contiene una excelente reseña histórica; el libro tiene también una bibliografía muy amplia.

* C. I. LEWIS y C. H. LANGFORD, *Symbolic logic* (The Century Company, Nueva York y Londres, 1932).

Una contribución importante al tema.

* B. A. W. RUSSELL, *Introduction to mathematical philosophy* (Allen & Unwin, 1919).

Ésta es la obra clásica sobre el tema.

R. M. EATON, *Symbolism and truth. An introduction to the theory of knowledge* (Harvard University Press, 1925).

Éste es un examen del papel que desempeñan los símbolos en el conocimiento. Contiene un capítulo útil sobre la "deducción formal".

L. ROUGIER, *La structure des théories déductives* (París, Alcan, 1921).

Un tratamiento elemental útil.

R. CARNAP, *Abriss der Logistik* (Viena, Julius-Springer, 1929).

Un tratamiento útil de los sistemas postulativos.

B. OBRAS CLÁSICAS EN ORDEN CRONOLÓGICO

G. BOOLE, 1847, *The mathematical analysis of logic* (Macmillan).

1848, "The calculus of logic", *Cambridge Mathematical Journal.*

1854, *An investigation of the laws of thought* (re-publicado en 1916 como el vol. 2 de *Boole's Collected Logical Works,* ed. Jourdain, Open Court Publishing Company).

A. DE MORGAN, 1847, *Formal logic:* or *The calculus of inference, necessary and probable* (ed. por A. E. Taylor en 1926, Open Court Publishing Company).

1846-1863, *Cinco Trabajos "On the syllogism", etcétera. (Transactions of the Cambridge Philosophical Society).

1860, *Syllabus of a proposed system of logic* (Walton).

* B. PEIRCE, 1870, *Linnear associative algebra* (re-publicado, con notas, por C. S. Peirce, en *American Journal of Mathematics,* 1881).

* C. S. PEIRCE, Publicaciones entre 1867 y 1927. *Collected papers,* vols. II-IV (ed. por C. Hartshorne y P. Weiss, Harvard University Press).

* E. SCHROEDER, 1877, *Der Operationskreis des Logikkalkulus* (Leipzig, Teubner).

1890-1895, *Vorlesungen über die Algebra der Logik* (Leipzig, Teubner).

* G. FREGE, 1884, *Die Grundlagen der Arithmetik, eine logischmathematische Untersuchung über den Begriff der Zahl* (Breslau, Koebner).

1893-1903, *Grundgesetze der Arithmetik* (Jena, Pohle).

* G. PEANO, 1895-1908, *Formulaire de mathématiques* (Turín, Bocca).

Estos cinco volúmenes contienen escritos por un grupo de lógicos italianos. Los volúmenes sucesivos son ediciones corregidas y aumentadas de los anteriores.

* A. B. Kempe, 1886, "Memoir on the theory of mathematical form" (*Phil. Trans. Royal Society*, vol. 177).

1890, "On the relation between the logical theory of classes and the geometrical theory of points" (*Proc. London Math. Soc.*, vol. 21).

1890, "The subject-matter of exact thought" (*Nature*, vol. 43).

* B. A. W. Russell, 1903, *Principles of mathematics* (Cambridge University Press, sólo el vol. i publicado).

1905, "On Denoting" (*Mind*, N. S., 14).

1906, "The Theory of Implication".

1908, "Mathematical logic as based on the theory of types" (ambos en *American Journal of Mathematics*).

1913, "The philosophical importance of mathematical logic" (*Monist*, vol. 23).

* A. N. Whitehead y B. A. W. Russell, 1910-1926, *Principia Mathematica* (vol. i, 1ª ed., 1910; 2ª ed., 1925; vol. ii, 1912, vol. iii, 1912).

* L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus* (Kegan Paul, 1922).

* F. P. Ramsey, *The foundations of mathematics* (ed. por R. B. Braithwaite, Kegan Paul).

III. MÉTODO CIENTÍFICO

A. D. Ritchie, *Scientific method* (Kegan Paul, 1923).

Un tratamiento elemental de algunos tópicos del método científico.

F. Westaway, *Scientific method* (Blackie).

Los libros iii y iv contienen algunos ejemplos útiles del método científico.

W. P. y E. M. Elderton, *Primer of statistics* (A. & C. Black).

A. L. Bowley, *An elementary manual of statistics* (P. S. King & Son).

W. S. Jevons, *The principles of science* (Macmillan, 1905).

* L. T. HOBHOUSE, *Theory of knowledge* (Methuen).

* J. M. KEYNES, *A treatise on probability* (Macmillan).

* J. NICOD, *Foundations of geometry and induction* (Kegan Paul, 1930).

* A. LALANDE, *Les théories de l'induction et de l'experimentation* (París, Bovin et Cie., 1929).

IV. LÓGICA FILOSÓFICA

* F. H. BRADLEY, *Logic* (2 vols., Oxford University Press).

Ésta es la obra clásica de lógica idealista.

* B. BOSANQUET, *Logic* (2 vols., Macmillan).

En lo fundamental, este libro sigue a Bradley.

* J. COOK WILSON, *Statement and inference* (2 vols., Oxford University Press).

Estas conferencias (publicadas póstumamente) contienen un examen útil de las doctrinas aristotélicas y de diversos desarrollos tradicionales, tratados principalmente en relación con la teoría del conocimiento.

* R. ROBINSON, *The province of logic* (George Routledge & Sons, 1931).

Una exposición y un examen agudos de las concepciones de Cook Wilson.

* H. LOTZE, *Logic* (trad. inglesa de Bosanquet, Oxford University Press).

* W. E. JOHNSON, *Logic* (tres partes, Cambridge University Press).

Esta obra contiene un desarrollo detallado de la lógica formal desde un punto de vista aristotélico, así como un examen de algunas de las concepciones de Bertrand Russell; trata sistemáticamente los métodos de Mill y contiene un extenso examen de la causación.

V. LIBROS ACERCA DE TEMAS ESPECIALES

A. N. WHITEHEAD, *Introduction to mathematics* (Home University Library).

The aims of education (Williams & Norgate).

Ésta es una reedición, con adiciones, de los ensayos originalmente publicados bajo el título de "The organization of thought".

The function of reason (Princeton University Press; Londres, Humphrey Milford, 1929).

K. Pearson, *The grammar of science* (3ª ed., 1911, A. & C. Black).

* E. Mach, *The science of mechanics* (trad. inglesa, Open Court Publishing Company).

M. Planck, *A survey of physics* (Methuen).

H. Poincaré, *Science and method* (trad. inglesa, Nelson).

Science and hypothesis (trad. inglesa, Walter Scott Publishing Company).

N. R. Campbell, *What is science?* (Methuen).

* E. Meyerson, *Identity and reality* (trad. inglesa, Allen & Unwin).

De l'explication dans les sciences (París, Payot et Cie).

H. Dingle, *Science and human experience* (Williams & Norgate, 1931).

* J. H. Woodger, *Biological principles* (Kegan Paul).

W. C. D. Whetham, *A history of science* (Cambridge University Press).

Cambridge Readings in the Literature of Science (ordenadas por W. C. D. y M. D. Whetham, Cambridge University Press).

ÍNDICE DE NOMBRES

SUMARIO

SECCIÓN TERCERA

En la Imprenta Universitaria, bajo la dirección de Rubén Bonifaz Nuño, se terminó la impresión de este libro el día 18 de marzo de 1965. La edición estuvo al cuidado de Víctor Villela y de Huberto Batis. La encuadernación se hizo en los talleres de Tarsicio Villicaña, Encuadernación Progreso, S. A. Se hicieron 2,000 ejemplares.